

CB24/113/H/93 ✓

## TUGAS AKHIR

11 MAR 1993

H.  
744 / TA

OPTIMASI KECEPATAN FILTRASI ( FLOW RATE ),  
DAN UKURAN MEDIA ( EFEKTIF SIZE ) PADA PRESSURE  
FILTER SINGLE MEDIA DENGAN MENGGUNAKAN  
KEKERUHAN BUATAN



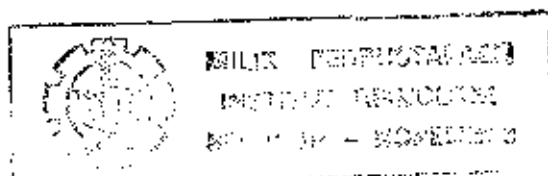
RES  
608.16.4  
RUC  
C-1  
1993

Oleh :

Sudono Rusdiono

Nrp. 3863300092

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
1993

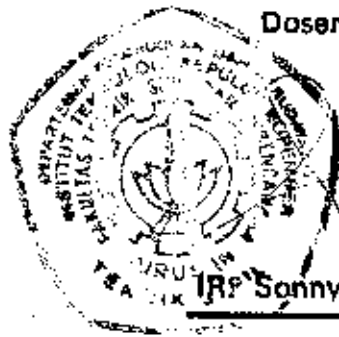


# **TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI KECEPATAN FILTRASI ( FLOW RATE ), TEBAL MEDIA  
DAN UKURAN MEDIA ( EFEKTIF SIZE ) PADA PRESSURE  
FILTER SINGLE MEDIA DENGAN MENGGUNAKAN  
KEKERUHAN BUATAN**

**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**



**IRP Sonny Soeharsono, MS.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
1993**

## ABSTRAK

Pressure filter merupakan salah satu alternatif untuk menurunkan kadar kekeruhan dalam air yang banyak dikembangkan pada saat ini untuk skala rumah tangga dan industri.

Pressure filter mempunyai prinsip kerja yang sama dengan open filter gravity pada umumnya, perbedaannya hanya pada konstruksi filter yang tertutup dan proses filtrasi berlangsung pada tekanan yang cukup tinggi. Pengaruh kecepatan filtrasi (flow rate), tebal media, dan ukuran media (efektif size) pada proses filtrasi pada umumnya berlaku juga pada pressure filter.

Untuk mendapatkan kualitas hasil pengolahan yang lebih baik, waktu operasi filter lebih lama, kecepatan filtrasi (flow rate) yang tinggi dengan head loss kecil, dan ukuran media (efektif size) yang besar dengan kualitas effluent yang baik. Maka dilakukan penelitian terhadap pressure filter single media. Parameter dan variabel penelitian yang dipilih adalah kadar kekeruhan dalam air baku dan perubahan variabel kecepatan filtrasi (flow rate), ketebalan media, dan ukuran media (efektif size) dengan mempertimbangkan konsentrasi effluent dan kehilangan tekanan yang terjadi pada filterbed dalam menentukan komposisi variabel terbaik (optimum). Penelitian dilakukan dengan pengukuran karakteristik media (pasir kuarsa Bangka) terlebih dahulu berupa pengukuran densitas, spesifik gravity (Sg), ketahanan fisik media, dan porositas ( $\alpha$ ) serta menentukan ukuran media (efektif size) dengan menggunakan analisa ayakan. Diameter butiran media yang dipilih antara 0,58 - 2,00 mm. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pilot plan dari pipa PVC 8" (20 cm) dengan dioperasikan secara continue flow pada kecepatan filtrasi bervariasi antara 15 - 30 m/jam, efektif size (ES) 0,70 - 1,35 mm, dan ketebalan media 45 cm sampai 72 cm.

Untuk mengetahui kemampuan pressure filter single media dalam menurunkan (meremoval) konsentrasi kekeruhan berdasarkan perubahan kecepatan filtrasi (flow rate), ukuran media (efektif size), dan tebal media dalam penelitian ini dipergunakan sampel air dengan kekeruhan buatan berupa larutan dari campuran kuolin dan air PAM dengan konsentrasi kekeruhan 25 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa semua komposisi perubahan kecepatan media, tebal media, dan ukuran media (efektif size) cukup baik dalam menurunkan konsentrasi kekeruhan air baku. Tetapi tidak semua komposisi dapat menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent dibawah kadar kekeruhan maksimum yang disarankan pada standart kualitas kekeruhan untuk air minum (5 mg/l  $\text{SiO}_2$ ). Komposisi dengan ukuran media (efektif size) 1,10 mm, kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam, dan ketebalan media 72 cm merupakan komposisi yang terbaik (optimum) dengan menghasilkan kualitas effluent 4,8 mg/l  $\text{SiO}_2$  dan kehilangan tekanan 30,2 cm kolom air dengan lama operasi filter 7 jam.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kami, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul :

### OPTIMASI KECEPATAN FILTRASI (FLOW RATE), TEBAL MEDIA, DAN UKURAN MEDIA (EFEKTIF SIZE) PADA PRESSURE FILTER SINGLE MEDIA DENGAN MENGGUNAKAN KEKERUHAN BUATAAN.

Tugas akhir ini merupakan salah satu kegiatan kurikuler dengan bobot 6 SKS yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya sebagai syarat guna memperoleh gelar kesarjanaan strata I.

Pada kesempatan ini tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada :

1. Ibunda dan Ayahanda serta saudara-saudara kami yang telah banyak membantu baik moril maupun materiil demi kelancaran Tugas Akhir ini.
2. Yth. Bapak Ir. Sonny Soenarsono, MS selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Yth. Bapak Ir. Sarwoko M, MSc.ES selaku koordinator tugas akhir.
4. Yth. Bapak Ir. J.B. Widiadi, M Eng Sc, selaku Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan ITS.
5. Kepala Laboratorium Perhubungan jurusan Teknik Sipil ITS.

6. Segenap karyawan dan karyawan Laboratorium Teknik Lingkungan ITS yang telah banyak membantu kami selama melakukan penelitian di Laboratorium tersebut.
7. Segenap karyawan dan karyawan Laboratorium Perhubungan jurusan Teknik Sipil ITS yang telah banyak membantu kami selama melakukan penelitian di Laboratorium tersebut.
8. Rekan-rekan angkatan '86 tercinta yang telah banyak membantu baik moril maupun materiil demi kelancaran Tugas Akhir ini.

Akhirul kalam, dengan segala kerendahan hati, kami menyadari masih jauh dari sempurna dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka kami mengharapkan kritik dan saran yang dapat menyempurnakan buku ini. Dan semoga bermanfaat bagi kita semua, Amien.

Surabaya, Pebruari 1993

Hormat kami

Penyusun

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>A B S T R A K</b>	i
<b>KATA PENGANTAR</b>	ii
<b>DAFTAR ISI</b>	iv
<b>DAFTAR TABEL</b>	vii
<b>DAFTAR GRAFIK</b>	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xxv
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Ide Studi	I-3
1.3 Tujuan Penelitian	I-4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	I-4
1.5 Batasan Penelitian	I-6
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian Filtrasi	II-1
2.2 Klasifikasi Filter	II-1
2.3 Pressure Filter	II-4
2.3.1 Mekanisme Penyisihan Pengotor oleh Media	II-5
2.3.2 Dinamika Filtrasi	II-7
2.4 Karakteristik Media Pressure Filter	II-9
2.4.1 Densitas Media	II-9
2.4.2 Ketahanan fisik Media	II-10
2.4.3 Porositas Media	II-10
2.4.4 Ketebalan Media	II-11
2.4.5 Distribusi Ukuran Media (Analisa ayakan)	II-13
2.5 Hidrolika Filtrasi & Flow rate Filtrasi	II-15
2.5.1 Hidrolika Filtrasi	II-15
2.5.2 Kecepatan Filtrasi (Flow rate)	II-17
2.6 Pencucian Media Filter	II-18
 <b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1 Umum	III-1
3.2 Material	III-1
3.2.1 Kontruksi Model	III-1
3.2.2 Pasir Kuarsa Bangka sebagai Media Filter	III-2
3.2.3 Alat dan Bahan Laboratorium	III-3
3.2.4 Peralatan	III-3
3.3 Parameter dan Variabel Penelitian	III-3
3.4 Metode Pelaksanaan Penelitian	III-4
3.4.1 Kerangka Penelitian	III-4
3.4.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	III-6
3.4.3 Sistim Pengoperasian	III-9
3.4.4 Metode Pengukuran Kekerusuhan	III-10
3.4.5 Analytical Quality Control (AQC)	III-12

## BAB IV DATA HASIL PENELITIAN

4.1 Umum	IV-1
4.2 Data Penelitian Pendahuluan	IV-2
4.2.1 Analisa Ayakan Pasir Kuarsa Bangka	IV-2
4.2.2 Pengukuran Densitas, Ketahanan fisik, dan Porositas Media (pasir kuarsa bangka)	IV-2
4.2.3 Analytical Quality Control (AQC)	IV-3
4.3 Data Penelitian Pressure Filter	IV-6
4.3.1 Pembacaan Head pada Pressure Gauge	IV-6
4.3.2 Pembacaan Analisa Kekeruhan pada Hellige Turbidity	IV-8

## BAB V ANALISA HASIL PENELITIAN

5.1 Analisa Ayakan Pasir Kuarsa Bangka	V-1
5.2 Analisa Karakteristik Fisik Pasir Kuarsa Bangka	V-2
5.3 Analisa Kecepatan Filtrasi (Flow rate)	V-4
5.3.1 Hubungan antara Waktu Operasi Filter dengan % Removal Kekeruhan	V-5
5.3.2 Hubungan antara Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Kekeruhan Effluent	V-55
5.3.3 Analisa Hubungan antara Ukuran Media (Efektif Size) dengan Konsentrasi kekeruhan Effluent	V-80
5.3.4 Analisa Hubungan antara Ukuran Media (Efektif size) dengan % Removal Kekeruhan	V-86
5.3.5 Analisa Hubungan antara Konsentrasi kekeruhan dengan Tebal Media	V-92
5.3.6 Analisa Hubungan antara % Removal Kekeruhan dengan tebal Media	V-98
5.4 Analisa Ketebalan Media	V-104
5.4.1 Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Kekeruhan Effluent	V-105
5.4.2 Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan % Removal Kekeruhan	V-111
5.4.3 Analisa Hubungan Ukuran Media (Efektif Size) dengan Konsentrasi Kekeruhan Effluent	V-117
5.4.4 Analisa Hubungan Ukuran Media (Efektif Size) dengan % Removal Kekeruhan	V-120
5.4.5 Analisa Hubungan Ukuran Media (Efektif Size) dengan Head Loss	V-123
5.5 Analisa Ukuran Media (Efektif Size)	V-126
5.5.1 Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Kekeruhan Effluent	V-127
5.5.2 Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan % Removal Kekeruhan	V-130
5.5.3 Analisa Hubungan Tebal Media Dengan % Removal Kekeruhan	V-133
5.5.4 Analisa Hubungan Kecepatan Filtrasi Dengan % Removal Kekeruhan	V-133

5.5.5 Analisa Hubungan Kecepatan Filtrasi dengan Head Loss	V-136
5.5.6 Analisa Hubungan Tebal Media dengan Head Loss	V-141
5.5.7 Analisa untuk Menentukan Ukuran Media (Efektif Size) yang terbaik (optimum)	V-144
5.6 Analisa Distribusi Tekanan pada Filterbed	V-146

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.

6.1 Kesimpulan	VI-1
6.2 Saran	VI-2

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

Isi	Halaman
TABEL 3-1 : Penggunaan peralatan berdasarkan tingkat kekeruhan	III-11
TABEL 4-1 : Hasil perhitungan penentuan diameter media berdasarkan efektif size (ES) yang diinginkan	IV-2
TABEL 4-2 : Data densitas, spesik grafity, ketahanan fisik, dan porositas pasir kuarsa Bangka	IV-3
TABEL 4-3 : Data Analytical quality Control (AQC)	IV-3
TABEL 5-1 : Head loss yang terjadi pada filterbed untuk setiap perubahan ukuran media (ES) dan tebal medi di ukur setelah runtime 7 jam.	V-124
TABEL 5-2 : Besarnya konsentrasi effluent dan head loss pada setiap ukuran media (ES) yang dipakai untuk pertimbangan dalam menentukan ukuran media (ES) yang terbaik (optimum).	V-144
TABEL L-1 : Data hasil analisa ayakan pasir kuarsa Bangka.	L-1
TABEL L-2 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,70 mm, flow rate: 15 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-8
TABEL L-3 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,70 mm, flow rate: 20 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-8
TABEL L-4 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,70 mm, flow rate: 25 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-9
TABEL L-5 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,70 mm, flow rate: 30 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-9

TABEL L-6 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,92 mm, flow rate: 15 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-9
TABEL L-7 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,92 mm, flow rate: 20 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-10
TABEL L-8 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,92 mm, flow rate: 25 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-10
TABEL L-9 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,92 mm, flow rate: 30 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-10
TABEL L-10: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,10 mm, flow rate: 15 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-11
TABEL L-11: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,10 mm, flow rate: 20 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-11
TABEL L-12: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,10 mm, flow rate: 25 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-11
TABEL L-13: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,10 mm, flow rate: 30 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-12
TABEL L-14: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,35 mm, flow rate: 15 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-12
TABEL L-15: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,35mm, flow rate: 20 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-12
TABEL L-16: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,35 mm, flow rate: 25 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-13

TABEL L-17: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,35mm, flow rate: 30 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-13
TABEL L-18: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,70 mm, flow rate: 15 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-13
TABEL L-18: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,70 mm, flow rate: 20 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-14
TABEL L-20: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,70 mm, flow rate: 25 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-14
TABEL L-21: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,70 mm, flow rate: 30 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-14
TABEL L-22: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,92 mm, flow rate: 15 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-15
TABEL L-23: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,92 mm, flow rate: 20 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-15
TABEL L-24: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,92 mm, flow rate: 25 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-15
TABEL L-25: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 0,92 mm, flow rate: 30 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-16
TABEL L-26: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,10 mm, flow rate: 15 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-16
TABEL L-27: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,10 mm, flow rate: 20 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-16

TABEL L-28: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,10 mm, flow rate: 25 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-17
TABEL L-29: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,10 mm, flow rate: 30 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-17
TABEL L-30: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,35 mm, flow rate: 15 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-17
TABEL L-31: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,35 mm, flow rate: 20 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-18
TABEL L-32: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,35 mm, flow rate: 25 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-18
TABEL L-33: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES: 1,35 mm, flow rate: 30 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.	L-18
TABEL L-34: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 0,70 mm, kecepatan filtrasi: 15 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-19
TABEL L-35: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 0,70 mm, kecepatan filtrasi: 20 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-20
TABEL L-36: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 0,70 mm, kecepatan filtrasi: 25 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-21
TABEL L-37: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 0,70 mm, kecepatan filtrasi: 30 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-22

TABEL L-38: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 0,92 mm, kecepatan filtrasi: 15 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-23
TABEL L-39: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 0,92 mm, kecepatan filtrasi: 20 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-24
TABEL L-40: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 0,92 mm, kecepatan filtrasi: 25 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-25
TABEL L-41: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 0,92 mm, kecepatan filtrasi: 30 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-26
TABEL L-42: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 1,10 mm, kecepatan filtrasi: 15 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-27
TABEL L-43: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 1,10 mm, kecepatan filtrasi: 20 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-28
TABEL L-44: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 1,10 mm, kecepatan filtrasi: 25 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-29
TABEL L-45: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 1,10 mm, kecepatan filtrasi: 30 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-30
TABEL L-46: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 1,35 mm, kecepatan filtrasi: 15 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-31

TABEL L-47: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 1,35 mm, kecepatan Filtrasi: 20 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-32
TABEL L-48: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 1,35 mm, kecepatan filtrasi: 25 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-33
TABEL L-49: Data head dari pembacaan pressure gauge untuk ES: 1,35 mm, kecepatan filtrasi: 30 m/jam, dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO <sub>2</sub> pada 4 variasi tebal media dan berbagi waktu operasi filter.	L-34
TABEL L-50: Standart kualitas air minum	L-35

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 :	Data hasil analisa ayakan pasir kuarsa Bangka	L-1
LAMPIRAN 2 :	Penentuan diameter butiran pasir kuarsa Bangka untuk setiap efekti size (ES) yang diinginkan	L-2
LAMPIRAN 3 :	Perhitungan hasil pengukuran karakteristik fisik pasir kuarsa Bangka.	L-6
LAMPIRAN 4 :	Data konsentrasi kekeruhan dan head penelitian pressure filter single media	L-8
LAMPIRAN 5 :	Hubungan antara tekanan dengan waktu operasi filter untuk 4 variasi perubahan kecepatan filtrasi (flow rate).	L-35
LAMPIRAN 6 :	Kontruksi model pressure filter	L-37
LAMPIRAN 7 :	Perbedaan pressure filter dengan filter cepat.	L-38
LAMPIRAN 8 :	Kurva kalibrasi kekeruhan untuk Hellige Turbidity	L-39
LAMPIRAN 9 :	Standart kualitas air minum	L-40
LAMPIRAN 10 :	Foto model pressure filter dan beberapa peralatan yang dipakai penelitian	L-42
LAMPIRAN 11 :	Hubungan waktu operasi filter dengan konsentrasi kekeruhan effluent (Revisi)	L-44

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air yang berasal dari dalam tanah atau air permukaan biasanya mengandung zat-zat tersuspensi seperti lumpur, lempung, zat organik, polutan, dan zat-zat halus lainnya yang menyebabkan kekeruhan di dalam air. Hal ini akan berpengaruh terhadap kualitas air, bila air tersebut akan dimanfaatkan sebagai air baku.

Guna memenuhi kebutuhan air bersih yang tetap ada setiap saat dan terjaga kualitasnya, maka diperlukan suatu sistim pengolahan air sebelum air tersebut dimanfaatkan untuk aktifitas manusia. Proses pengolahan air yang diperlukan sangat tergantung dari kondisi (kualitas) air baku yang akan diolah. Misalnya pengolahan air baku yang berasal dari dalam tanah tidak akan selengkap pengolahan yang diperlukan untuk sumber air dari permukaan seperti sungai dan danau. Salah satu proses pengolahan air baku untuk mengurangi konsentrasi kekeruhan adalah model *pressure filter*.

Kekeruhan tertentu yang sering terdapat dalam air baku dapat langsung dilakukan proses penjernihan/pengolahan melalui model *pressure filter* tersebut, tanpa melalui proses sedimentasi terlebih dahulu (*Direct Filtration*).



Model *pressure filter* mempunyai prinsip kerja yang sama dengan *open gravity filter* pada umumnya, hanya berbeda pada konstruksi filter yang tertutup pada seluruh bagian dan proses filtrasi berlangsung pada tekanan cukup tinggi. Variabel-variabel seperti kecepatan filtrasi, ukuran media (*efektif size*), dan tebal media yang sangat berpengaruh terhadap proses filtrasi pada umumnya, juga berpengaruh pada *pressure filter* <sup>(1)</sup>.

Tetapi secara umum *open gravity filter* lebih baik daripada *pressure filter*, terutama dari segi harga operasi dan pemeliharaannya yang lebih murah dan kualitas air hasil filtrasi yang baik dapat dipertahankan pada jangka waktu yang lama. Walaupun begitu *pressure filter* untuk skala rumah tangga dan industri lebih umum digunakan dibanding *open gravity filter*.

Beberapa keuntungan dan kerugian menggunakan *pressure filter* sebagai unit pengolahan air bersih adalah : <sup>(1,2)</sup>

Keuntungan :

1. Kecepatan aliran (*rate filtration*) lebih besar untuk untuk luas bed yang sama, sehingga debit yang terfilter lebih besar.
2. Tidak diperlukannya pompa untuk mendistribusikan air hasil filtrasi, sehingga filter dapat diletakkan disembarang tempat.
3. Memerlukan tempat yang relatif sedikit daripada *open gravity filter* untuk kapasitas (debit) yang sama.
4. Pembuatan konstruksi instalasi dapat lebih cepat.
5. Pengoperasiannya dapat dilakukan pada kehilangan tekanan yang tinggi.

6. Penambahan unit dapat dilakukan tanpa mempengaruhi perencanaan secara umum pada instalasi yang sudah ada.
7. Jika dipakai untuk penyaringan air sumur dalam, kemungkinan dapat terkontaminasi bakteri dari luar sangat kecil.
8. Jika dilengkapi dengan valve, pengoperasiannya lebih sederhana daripada *open gravity filter*.

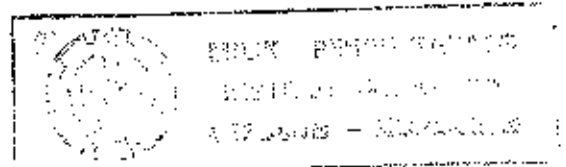
Kerugiannya :

1. Media tidak mudah diperiksa, dan efisiensi *backwashing* tidak dapat diamati.
2. Pembubuhan koagulan tidak dapat dikontrol dengan baik seperti pada unit *open gravity filter*.
3. Pada *pressure filter* menjaga kecepatan filtrasi yang konstan lebih sulit dibanding pada *open gravity filter*.

## 1.2 Ide Studi

Perkembangan teknologi dewasa ini, juga berpengaruh terhadap teknik pengolahan air bersih dalam meningkatkan kualitas pengolahan yang lebih baik. Model *pressure filter* merupakan salah satu alternatif yang banyak dikembangkan pada saat ini untuk skala rumah tangga dan industri.

Tetapi untuk pengembangan model *pressure filter* tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut bagaimana pengaruh perubahan flow rate, ukuran media berbutir, dan ketebalan media terhadap removal kekeruhan/tingkat efisiensinya.



### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- Mempelajari pengaruh kerja *pressure filter* single media berdasarkan perubahan kecepatan filtrasi, ukuran media (*efektif size*), dan ketebalan media terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan .
- Mempelajari data-data teknis yang dapat dipakai untuk merencanakan *pressure filter* single media berdasarkan perubahan kecepatan filtrasi, ukuran media (*Efektif Size*), dan tebal media dengan menggunakan kekeruhan buatan.
- Mempelajari kehilangan tekanan (*head loss*) yang terjadi pada media berdasarkan perubahan kecepatan filtrasi, ukuran media (*Efektif Size*), dan tebal media dengan menggunakan kekeruhan buatan.

### 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada :

1. Studi perbandingan dalam removal kekeruhan yang paling optimum untuk beberapa ukuran butiran (*efektif size*) dengan variasi kecepatan filtrasi (*rate filtration*) selama interval waktu tertentu pada *pressure filter* single media.
2. Studi perbandingan dalam removal kekeruhan yang paling optimum untuk beberapa tebal media pada masing-masing ukuran media (*efektif size*) dengan variasi kecepatan filtrasi selama interval waktu tertentu pada *pressure filter* single media.

3. Perbandingan head loss yang terjadi pada *pressure filter single media* untuk masing-masing ukuran media (*Efektif Size*) dan tebal media dengan flow rate yang bervariasi selama interval waktu tertentu.
4. Stratifikasi media dibuat sama seperti pada filter single media pada umumnya, yaitu diameter media yang kecil diatas sedang yang lebih besar di bawahnya.
5. Model dibuat dari pipa PVC diameter 8" (20 cm) dengan pengoperasian secara kontinyu.
6. Pengaruh dinding kolom dan media penyangga diabaikan untuk menyederhanakan penelitian.
7. Sampel air baku menggunakan larutan kaolin dengan variasi kekeruhan 25 dan 50 mg/l  $SiO_2$ .
8. Kecepatan filtrasi bervariasi antara  $15 - 30 m^3 / jam / m^2$  dengan tekanan lebih dari 10 m kolom air.
9. Media menggunakan pasir kuarsa Bangka dengan diameter butiran antara 0,58 - 2 mm.
10. Setiap kali running akan diulang 4 kali untuk kecepatan filtrasi yang berbeda-beda pada satu ukuran media (*Efektif size*).
11. Setiap pergantian kecepatan filtrasi dilakukan pencucian media untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada media dan mengatur kembali susunan media dengan menggunakan air PAM.
12. Air baku menggunakan sampel buatan dari larutan kaolin (campuran air PAM dengan kaolin).

#### 1.4 Batasan Penelitian

Dipergunakannya pressure gauge sebagai alat pengukur tekanan pada penelitian pressure filter single media, mempunyai keterbatasan sebagai berikut :

- Skala pressure gauge hanya bisa dibaca pada ketelitian dua angka dibelakang koma, sehingga hasil konversi dari  $\text{kg/cm}^2$  ke satuan meter kolom air hanya sampai pada 2 angka dibelakang koma.

Dari keterbatasan diatas, maka data pengukuran tekanan pada media mempunyai ketelitian 2 angka dibelakang koma untuk satuan m kolom air (MKA) dan data kehilangan tekanan (head loss) mempunyai ketelitian 0 angka dibelakang koma untuk satuan cm kolom air.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Filtrasi

Filtrasi adalah proses penjernihan atau penyaringan air baku melalui media berbutir yang porous, dimana selama air melalui media akan terjadi perbaikan kualitas. Hal ini disebabkan adanya *removal suspended* dan *colloidal matter*, reduksi bakteri dan organisme lainnya, dan pertukaran konstituen kimia yang ada dalam air baku.

Selama proses filtrasi pengotor terakumulasi diantara butiran dan antara butiran dengan filter bed. Akibatnya adalah ukuran efektif pori berkurang, tahanan (*resistance*) meningkat, dan kecepatan turunnya air bertambah. Hal ini mengakibatkan terjadinya penggerusan endapan pada media, sehingga kualitas effluent rendah (efisiensi filtrasi rendah) <sup>(4)</sup>.

#### 2.2 Klasifikasi Filter

Pembagian jenis proses filtrasi (filter) didasarkan pada :  
kecepatan air, arah aliran , dan tingkat kekeruhan air baku.

A. Jenis filter berdasarkan kecepatan aliran dapat dibedakan menjadi :

1. Penyaringan cepat (*Rapid Filtration*) adalah proses air bersih yang umumnya dilakukan sesudah proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Media yang dipakai bisa

berbentuk : *single media* (pasir), *dual media* (anthracite dan pasir yang terpisah), *mixed media* (anthracite dan pasir yang tercampur).

2. Penyaringan lambat (*Slow sand filtration*) adalah proses pengolahan air bersih yang umumnya dilakukan untuk air permukaan tanpa melalui unit koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Jadi air baku sesudah melalui prasedimentasi langsung dialirkan kesaringan pasir lambat. Disini proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi terjadi disaringan pasir ini dengan bantuan mikroorganisme yang terbentuk dilapisan permukaan pasir.

B. Jenis filter berdasarkan arah alirannya dapat dibedakan menjadi :

1. "Gravity filter" yaitu proses filtrasi, dimana air mengalir secara gravitasi dari atas kebawah.
2. "Up flow filter" adalah proses filtrasi, dimana air mengalir secara vertikal dari bawah ke atas.
3. "Horizontal filter" yaitu proses filtrasi, dimana air mengalir secara horisontal.

Ketiga jenis filter ini merupakan bagian dari *rapid filtration* dan *slow sand filtration*.

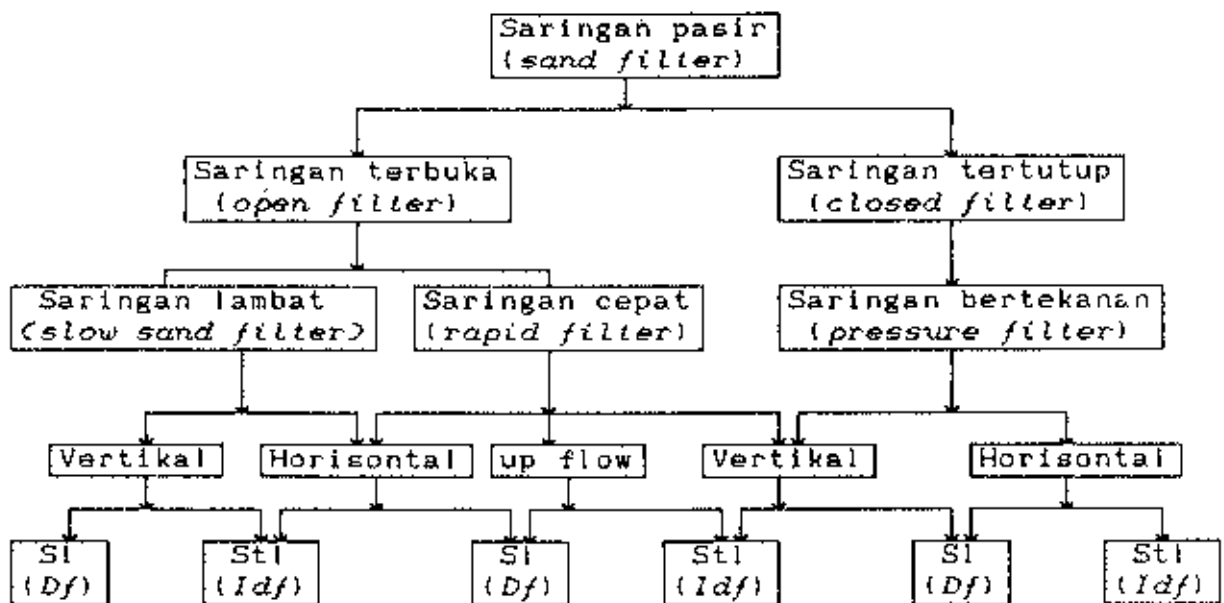
- C. Jenis saringan bertekanan (*pressure filter*) yaitu proses penyaringan dengan tekanan, yang umumnya dilakukan untuk air tanah sebelum didistribusikan. *Pressure filter* merupakan

bagian dari *rapid filtration*.

D. Penyaringan langsung (*direct filtration*) yaitu proses filtrasi secara langsung tanpa melalui proses sedimentasi terlebih dahulu. Jika diperlukan koagulasi dan flokulasi bisa diinjeksikan pada saluran yang menuju filter dan flok-flok yang ada langsung disaring.

Filter ini umumnya dilakukan jika air baku mempunyai kekeruhan /turbidity rendah.

Untuk lebih memperjelas klasifikasi daripada filter dibuat dalam bentuk diagram alir dibawah ini (1,9,5).



keterangan :

SI :Saringan langsung

Df :Direct filtration

Stl :Saringan tidak langsung

Idf :Indirect filtration

Gambar 2. Diagram alir klasifikasi filter.



## 2.3 Pressure Filter

Prinsip dari pressure filter pada dasarnya sama dengan rapid filter type gravitasi. Perbedaananya, filter bed, media penyaringan, dan air yang difiltrasi berada pada silinder baja yang kedap air (untuk lebih jelasnya lihat lampiran 8). Pressure filter merupakan sistem penyaringan tertutup, dimana air yang akan dioalah dapat menekan lewat media filter, dengan tekanan lebih besar dari tekanan atmosfer (lebih besar dari 10 m kolom air). Dengan tekanan tinggi ini akan melindungi filter resistance yang besar tanpa menyebabkan negatif head dan air hasil filtrasi tidak perlu di pompa untuk mendistribusikan, sehingga filter dapat diletakkan di sembarang ketinggian. Pada aplikasinya *pressure filter* akan memperbesar rate filtrasi dengan ketebalan media yang cukup dan *filter run* yang cukup pula.

Media pada *pressure filter* berupa dengan ukuran butiran dan *density* sedemikian rupa sehingga ketika dilakukan *backwash* butirannya dapat berekspansi. Lapisan filter disenggaah oleh material yang dari atas ke bawah semakin kasar.

Filter ini umumnya merupakan *single media* dari pasir atau anthrasit. Tetapi dual media juga dapat digunakan, misalnya pasir anthrasit dan anthrasit yang lebih kasar ada di atasnya. Bergantung pada ukuran butir dari media. Kecepatan filtrasi bervariasi antara 2 - 50 m/jam (1).

Untuk filter jenis ini kehilangan tekanan maksimum tergantung pada ukuran butir media, tebal dan kecepatan filtrasi, bervariasi antara 0,2 - 2 bar. Kecepatan aliran air pencuci juga tergantung pada ukuran butir dan harus dapat menyebabkan ekspansi media 15 - 25 % dari ketebalan awal.

Lamanya pencucian biasanya bervariasi antara 5 - 8 menit tergantung dari ketebalan pasir dan kondisi alamiah dari air baku yang di filter <sup>(1,4)</sup>.

### 2.3.1 Mekanisme Penyisihan Pengotor oleh Media Butiran

Kalau air yang mengandung pengotor dalam bentuk tersuspensi di alirkan melalui media butiran, akan terjadi interaksi antara pengotor dengan butiran penyaring menurut mekanisme :

1. Mekanisme Pengangkutan (*Transportasi*)
2. Mekanisme Pelekatan (*Attachment*)
3. Mekanisme Pengelupasan (*Detachment*)

Interaksi ini menyebabkan terjadinya perbaikan kualitas air yang disaring di satu pihak, dan mampatnya penyaringan akibat pengotor yang tersaring pada butiran dan ruang antar butir, sehingga filter tidak lagi berfungsi sesuai yang diharapkan <sup>(4)</sup>.

#### 1. Mekanisme Pengangkutan

- Penahanan mekanis (*Mechanical straining*) terjadi bila partikel dalam suspensi berukuran lebih besar dari ruang

antar butir media penyaring, umumnya terjadi di permukaan penyaring dan prosesnya sempurna.

- Intersepsi terjadi pada partikel-partikel yang pusatnya terletak pada garis arus (*stream lines*) di dekat dinding pori-pori menyebabkan jari-jarinya sedemikianrupa sehingga dapat menyentuh dinding butiran. Pada keadaan ini partikel akan berada dibawah pengaruh gaya permukaan butiran.

$$I = \frac{d}{D} = 2.10^{-4} - 1.10^{-1} \dots\dots\dots(2-1)$$

d dan D menyatakan diameter partikel dan pori. Bila I mendekati 1,0 terjadi penahanan.

- Inertia peranannya kecil karena memberikan efisiensi pengumpulan pengotor pada butir penyaring yang dapat diabaikan. Efisiensi pengumpulan pada butir penyaring :

$$E = \frac{\rho_p d^2 v}{18 \mu D} \dots\dots\dots(2-2)$$

Dimana , E = efisiensi pengumpulan (%)

$\rho_p$  = kerapatan partikel ( $\text{gr/cm}^3$ )

v = kecepatan aliran ( $\text{m}^3/\text{J/m}^2$ )

$\mu$  = Viscositas dinamik ( $\text{gr/cm/det}$ )

- Gravitasi dikembangkan oleh Hazen dan digambarkan sebagai proses pengendapan mini (di antara pori-pori butiran)

berdasarkan hukum Stokes :

$$V = \frac{g (\rho_s - \rho) d^2}{18 \mu} \dots\dots\dots(2-3)$$

dimana,

$\rho$  : kerapatan air ( $\text{gr/cm}^3$ )

- Gerak Hidrodinamik banyak dipengaruhi oleh bilangan Reynold. Efisiensi penyaringan ditentukan oleh kondisi aliran (laminer/turbulent).

## 2. Mekanisme Pelekatan

Pengikatan partikel oleh permukaan media dipengaruhi oleh gaya fisikokimia dan molekul. Partikel terikat oleh jembatan molekuler. Yang termasuk mekanisme pelekatan ialah Gaya *Van der Waals*, interaksi elektrokinetis antar permukaan dan gaya molekuler.

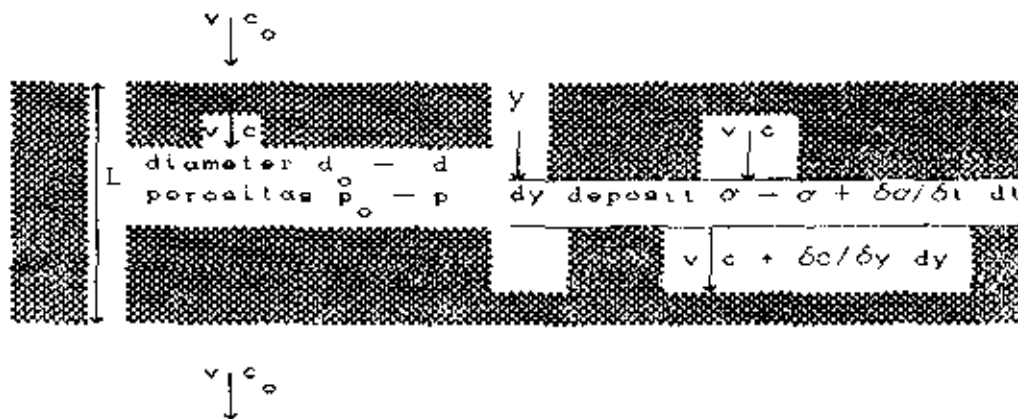
## 3. Mekanisme Pengelupasan

Pengelupasan terjadi karena adanya bagian yang mengalami pengaliran besar karena bagian lain terdapat pori yang tertutup akumulasi flok, sehingga karena pemampatan ruang gerak aliran air menjadi lebih deras di beberapa bagian.

### 2.3.2 Dinamika Filtrasi

Pada ketebalan media (filterbed) L akan terjadi perubahan diameter media dari  $d_0$  sampai  $d$  dan porisitas dari  $p_0$  sampai  $p$ .

Karena adanya deposit material tersuspensi pada media selama proses filtrasi berlangsung, maka air yang mengalir melalui media (filterbed) dengan kecepatan  $V$  dan konsentrasi awal  $c_0$  pada kedalaman  $y$  konsentrasinya akan berubah. Besarnya perubahan konsentrasi ini dipengaruhi oleh koefisien filtrasi,



Gambar 2-2 : Proses terjadinya dinamika filtrasi

ketebalan media dan konsentrasi awal larutan, sedangkan koefisien filtrasi tergantung pada diameter butir media, kecepatan filtrasi, type suspensi, porositas media dan temperatur air. Persamaan yang dipakai adalah : <sup>(4)</sup>

$$C_e = C_0 e^{-\lambda_0 L} \dots\dots\dots(2-4)$$

dimana :  $C_e$  : konsentrasi effluent ( $\text{gr/m}^3$ )  
 $C_0$  : konsentrasi influent ( $\text{gr/m}^3$ )  
 $L$  : ketebalan media filter (m)  
 $\lambda_0$  : koefisien filtrasi ( $\text{m}^{-1}$ )

## 2.4 Karakteristik Media Pressure Filter

Media penyaring merupakan sub bagian filter yang terpenting, peninjauan terhadap media penyaring dapat dibagi atas beberapa macam, diantaranya :

- Jenis media , mempunyai sifat kimia dan sifat fisis
- Ketebalan media
- Distribusi ukuran butir.

Pertimbangan yang dapat dipakai untuk memilih media penyaring adalah mengetahui sifat kimia dan fisis dari bahan tersebut. Hal ini penting sehubungan dengan faktor-faktor yang menentukan efisiensi penyaringan, serta efek antara butiran dengan butiran lainnya ketika dilakukan pencucian.

Dapat dikatakan bahwa yang diharapkan dari media yang dipakai adalah kemampuannya untuk menahan pengotor sebanyak mungkin dan mempunya umur pakai yang panjang.

Ketebalan media banyak berhubungan dengan ukuran butir yang dipakai dan hal ini ditentukan melalui percobaan.

### 2.4.1 Densitas media

Salah satu faktor yang harus diketahui dalam penyusunan filterbed baik pada single media atau double media adalah densitas media. Untuk filterbed single media, pasir yang densitasnya

ringan (ukuran butiran kecil) diletakkan di atas sedangkan pasir yang densitasnya berat (ukuran butiran besar) diletakkan di bawah. Hal ini untuk mengantisipasi jika dilakukan backwash akan terjadi ekspansi media dan memungkinkan terjadinya penyusunan media seperti awal filtrasi setelah backwash <sup>(10)</sup>.

#### 2.4.2 Ketahanan Fisik Media

Untuk mengetahui apakah pasir kuarsa Bangka sebagai media pressure filter dapat menahan tekanan air, maka perlu dilakukan analisa ketahanan fisik media. Analisa ini dilakukan dengan merendam pasir kuarsa Bangka pada larutan Hydrochlorit (HCl) selama 24 jam, kemudian dikeringkan pada suhu 105<sup>o</sup> C selama 24 jam, maka pengurangan beratnya tidak boleh lebih dari 2%. Jika kurang dari 2% maka pasir kuarsa Bangka tidak layak dipakai sebagai media pressure filter <sup>(4)</sup>.

#### 2.4.3 Porositas Media

Porositas adalah rasio dari volume rongga media dengan volume filterbed (media). Kelayakan agar media dapat dipergunakan sebagai media filter adalah apabila butiran dapat dibentuk dan disusun menjadi media butir yang porous dengan porositas kurang dari 0,4. Porositas media berbutir ini tidak boleh terlalu kecil dari 0,4, karena akan mengakibatkan cepat terjadinya clogging dan jika terlalu besar dari 0,4 akan menghasilkan kualitas effluent yang lebih jelek meskipun operasinya berubah.

#### 2.4.4 Ketebalan Media

Dengan media filter dari ukuran butiran yang diberikan , jika ketebalan media ditambah secara kontinyu , maka akan terjadi pengurangan konsentrasi kekeruhan hingga pada ketebalan tertentu. Hal ini ditemukan setelah filter telah masak.

Jika pada batas ketebalan tersebut, tebal media terus ditambah tidak akan terjadi perbaikan kualitas kekeruhan pada filtrat. ini menunjukkan bahwa filter sudah mencapai nilai stabil. Ketebalan yang dimaksud adalah ketebalan media minimum yang digunakan pada filter yang bersih , sehingga menghasilkan filtrat yang terbaik menurut ukuran butiran dari material yang digunakan serta memberikan kehilangan tekanan yang minimum.

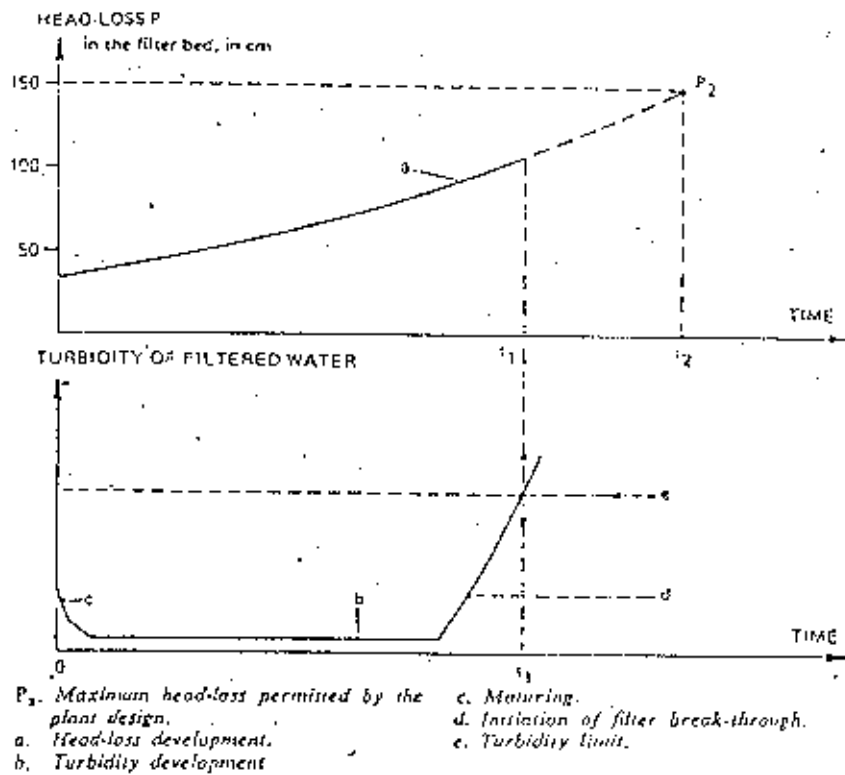
Untuk meneruskan batas clogging yang dapat diterima , ketebalan media harus dikembangkan untuk selang waktu dimana kejernihan filtrat terpelihara (gambar 2.2 waktu  $t_1$ ) .

Untuk mencapai clogging pada ketebalan media penuh harus ada kehilangan tekanan seperti pada waktu  $t_2$ . Nilai kehilangan tekanan ini merupakan keterbatasan maksimum dimana mass filtering harus mencapai breakthrough.

Pada grafik 2.2 menunjukkan variasi kehilangan tekanan dengan waktu . Kehilangan tekanan maksimum  $P_2$  tercapai sesudah waktu  $t_2$ . Dasar dari kurva menunjukkan variasi turbidity dengan waktu , jika maksimum turbidity adalah  $e$  , ini tercapai sesudah waktu  $t_1 < t_2$  ini menunjukkan filter tersebut didesain



secara kurang baik atau jelek dan ketebalan media tidak cukup untuk menyediakan head loss maksimum, maka kedalaman harus dikembangkan hingga  $t_1 > t_2$  (1).



Gambar 2.3 Kurva hubungan Turbidity/Head loss dg waktu

#### 2.4.5 Distribusi Ukuran Media (Analisa Ayakan)

Untuk mengetahui sebaran ukuran butir pada pasir yang tersedia dilakukan analisa ayakan (*sieve test analysis*). Sejumlah contoh pasir diayak dan ditimbang, kemudian dibuat kurva secara kumulatif. Hasil analisa ayakan yang telah diplotkan pada kertas grafik logaritmik dapat memberikan keterangan tentang ukuran geometrik rata-rata ( $u_g$ ) dan deviasi standard geometrik ( $\sigma_g$ ) dan dihitung dari 50% dan 15,84 % harga.

Dalam praktek istilah ini dikenal sebagai Ukuran Efektif (Effektif Size, ES) dan Koefisien Keseragaman (Coefisien Uniformity,  $\mu C$ ). ES adalah ukuran butiran yang mempunyai berat kumulatif 10 % dari seluruh berat, sedangkan UC adalah ratio dari ukuran butir yang mempunyai berat kumulatif 60% dari butir yang mempunyai berat kumulatif 10%.

$$ES = P_{10} = u_g / \sigma_g^{1,282} \quad (\text{mm})$$

$$UC = P_{60}/P_{10} = \sigma_g^{1,595}$$

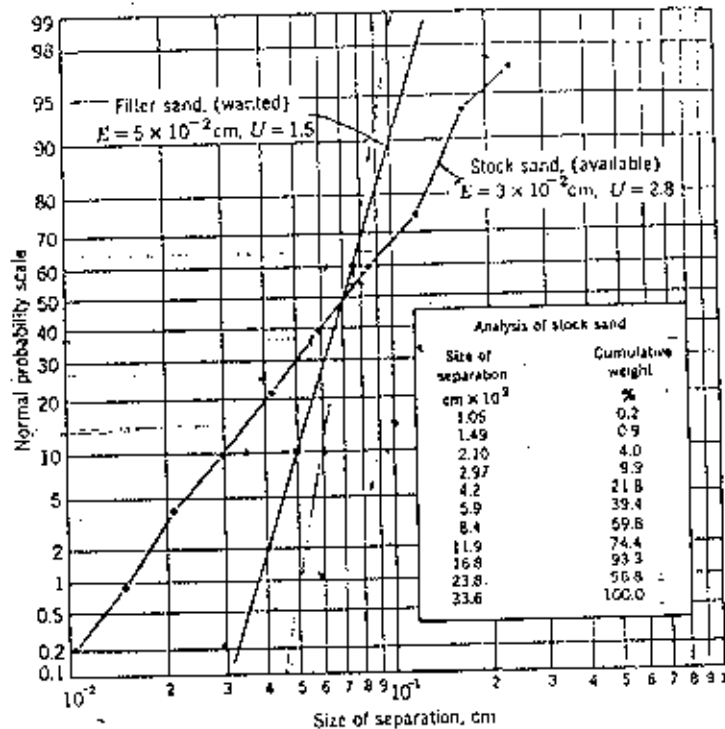
Untuk pressure filter mempunyai nilai Efektif Size (ES) antara 0,70 - 1,35 mm dan Coefisien Uniformity ( $\mu C$ ) antara 1,35-1,75. Pasir yang tersedia akan terdiri dari pasir *too coarse* (kasar) dan *too fine* (sangat halus) yang akan mengurangi efisiensi penyaringan. Agar diperoleh hasil yang baik, pasir *too coarse* dan *too fine* harus dibuang <sup>(1,2,5)</sup>.

Batas diameter too coarse dan too fine dapat dicari dengan rumus :<sup>(2)</sup>

$$P_{\text{too fine}} = P_{10} - 0,1 P_{\text{usable}} \quad \dots\dots\dots(2-7)$$

$$P_{\text{too coarse}} = P_{\text{usable}} + P_{\text{too fine}} \quad \dots\dots\dots(2-8)$$

$$P_{\text{usable}} (\text{yang terpakai}) = 2 ( P_{60} - P_{10} ) \quad \dots\dots\dots(2-9)$$



Gambar 2.4 Grafik distribusi ukuran butiran

## 2.5 Hidrolika Filtrasi & Flow rate Filtrasi

### 2.5.1 Hidrolika Filtrasi

Persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung kehilangan tekanan akibat gesekan dan tahanan pada pasir adalah : <sup>(9)</sup>

#### 1. Persamaan Carman Kozeny

Berdasarkan persamaan Darcy Weisbach :

$$h_f = f \frac{L V^2}{2g \cdot d} \dots\dots\dots(2-10)$$

$$R = d/4 \dots\dots\dots(2-11)$$

Dari persamaan (1) dan (2) , menjadi :

$$h_f = f \frac{L V^2}{8 R g} \dots\dots\dots(2-12)$$

Dengan asumsi kondisi pasir seragam, maka persamaannya :

$$H_f = f \left( \frac{L}{\psi d} \right) \left( \frac{1-\epsilon}{\epsilon^3} \right) \left( \frac{V}{g} \right)^2 \dots\dots\dots(2-13)$$

dimana,  $f$  : faktor friksi

$L$  : tebal lapisan (ft)

$\psi$  : faktor bentuk

$\epsilon$  : Porositas

$V$  : kecepatan penyaringan ( $\text{ft}^3/\text{j}/\text{ft}^2$ )

## 2. Persamaan Rose

Persamaan ini digunakan untuk menghitung hidrolis saringan pasir cepat:

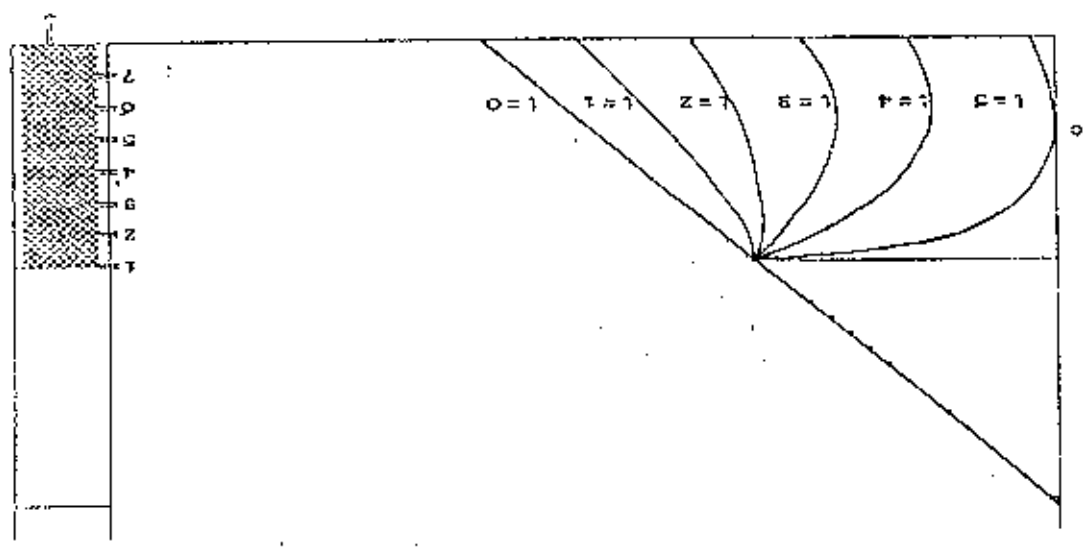
$$h_f = \frac{1,067}{L} \frac{g}{v^2} \sum \frac{d}{Cd \times} \dots \dots \dots (2-14)$$

dimana :

- Cd : koefisien drag
- x : berat fraksi butiran (%)
- d : diameter butiran (ft)
- g : kecepatan Gravitasi (ft/det)

## 3. Distribusi Tekanan

Penyebaran tekanan pada filterbed untuk interval waktu yang bervariasi selama proses filtrasi berlangsung dapat dilihat pada grafik 2.8 dibawah ini .



Grafik 2. Distribusi Tekanan pada media

Pada  $t = 0$  (awal operasi) belum ada kehilangan tekanan pada setiap bagan media filter, saat  $t = 1$  terjadi kehilangan tekanan pada setiap media filter dimana kehilangan tekanan pada pressure gauge no.1 sebesar  $h_{l1}$ , kehilangan tekanan pada pressure gauge no. 2 sebesar  $h_{l2}$  dan seterusnya. Setelah proses filtrasi berlangsung selama  $t = 5$  grafik distribusi tekanan menunjukkan batas clogging (titik c) pada filterbed, maka perlu dilakukan backwash. Jika proses filtrasi terus berlangsung akan timbul head negatif, dan akan berakibat buruk pada konsentrasi effluent.

### 2.5.2 Kecepatan Filtrasi (Flow Rate Filtrasi)

Kecepatan filtrasi merupakan salah satu faktor dari beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi dari proses filtrasi. Adanya tekanan yang besar (lebih dari 10 meter kolom air) pada proses pressure filter akan memperbesar kecepatan filtrasi. Kecepatan filtrasi (Flow Rate) pada pressure filter berkisar antara 5 - 50 m/jam. Kecepatan filtrasi merupakan ratio dari debit influent dengan luas penampang filterbed.

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (2-15)$$

dimana :

- V : kecepatan filtrasi ( $m^3/jam/m^2$ )
- Q : debit influent ( $m^3/det$ )
- A : luas penampang filterbed ( $m^2$ )

## 2.6 Pencucian media filter

Media filter merupakan bagian terpenting dari filter oleh karena itu harus diperhatikan secara teratur kondisinya. Setelah selang waktu tertentu dalam proses filtrasi akan terjadi pemampatan pada media (*clogging*) sehingga perlu dilakukan pencucian (*backwash*). Jika pada kondisi seperti ini dilakukan proses filtrasi akan mengakibatkan hasil efluen yang buruk.

Backwash dilakukan saat perbedaan tekanan pada pressure gauge di inlet dengan pressure gauge di outlet melebihi atau sama dengan kehilangan tekanan maksimum yaitu bervariasi antara 0,2 - 2 bar ( 2 - 20 m kolom air) <sup>(4)</sup>.

Proses backwash dilakukan dengan mengalirkan air pencuci dari bawah media ke atas sampai sebagian media terexpansi sebesar 15 - 25 % dari ketebalan media awal atau dengan rate yang tidak melebihi rate maksimum yang dapat mengaduk media filter.

Lamanya pencucian biasanya bervariasi antara 5 - 8 menit dengan debit air pencuci pada umumnya antara 0,5 - 5 % dari volume air yang terfiltrasi.

## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1 Umum

Metodologi dalam suatu penelitian mempunyai arti sangat penting , karena menyangkut segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.

Metodologi dalam penelitian ini akan membahas tentang material yang dipergunakan dalam penelitian, parameter obyek penelitian, dan metode pelaksanaan penelitian.

Dalam penelitian model pressure filter dimaksudkan untuk mengoptimasikan cara kerja model dengan menggunakan sampel buatan dari larutan kaolin. Optimasi alat yang dicari disesuaikan dengan kondisi dari sistim kontinyu.

#### 3.2 MATERIAL

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian optimasi kerja pressure filter adalah terdiri dari bahan untuk media, konstruksi model pressure filter dan peralatan.

##### 3.2.1 Konstruksi Model

Bahan-bahan yang dipakai adalah :

1. Pipa PVC diameter 8", ebagai badan filter (tabung filter).
2. Fiber glass dipakai untuk penutup atas (inlet) dan bawah (outlet) badan filter.



3. Plastik dipasang pada penutup atas dan bawah sebagai nozzle (strainer) untuk meratakan aliran dan underdrain.
4. Pipa dan assesories secukupnya.

### 3.2.2 Pasir kuarsa Bangka Sebagai Media Filter

Media yang dipakai dalam penelitian optimasi kerja pressure filter berupa single media dari pasir kuarsa. Alasan dipakainya pasir kuarsa sebagai media karena pasir kuarsa merupakan media konvensional yang dipakai sebagai media filter pada pengolahan air minum di PDAM pada umumnya.

### 3.2.3 Alat & Bahan Laboratorium

Bahan laboratorium yang dipakai terdiri dari bahan-bahan kimia dan alat untuk analisa sampel air.

#### 1. Oven

Merupakan alat yang dipakai untuk mengeringkan pasir setelah dilakukan penggerusan dan pencucian pada pasir.

#### 2. Timbangan

Untuk menimbang kaolin dan pasir pada waktu melakukan analisa ayakan.

#### 3. Alat ayakan pasir

Dipakai untuk melakukan Sieve analyses test yaitu analisa ayakan pasir sehingga dapat diperoleh ukuran butiran pasir yang diinginkan.

#### 4. Turbidimeter

Merupakan alat untuk mengukur kekeruhan dari air baku dan air hasil filtrasi (filtrat), serta sampling point.

#### 5. Kaolin

Untuk penelitian ini dipakai sampel buatan (sintetis) berasal dari larutan kaolin

#### 6. HCl 20 %

Digunakan untuk merendam pasir yang akan dipakai sebagai media, sehingga ketahanan fisik dari pasir dapat diketahui.

#### 3.2.4 Peralatan

Peralatan-peralatan yang dipakai adalah :

1. Reservoir untuk menampung air baku kapasitas  $1 \text{ m}^3$ .
2. Pompa untuk mengalirkan air baku ke filter.
3. Pressure gauge adalah alat untuk mengukur tekanan yang dipasang pada inlet, outlet, dan sampling point.
4. Alat-alat kerja lainnya.

#### 3.3 Parameter dan Variabel Penelitian

Parameter yang ditinjau dalam penelitian ini dibatasi pada parameter fisik yaitu kekeruhan.

Sedangkan untuk variabel perlu dilakukan pembatasan, hanya pada variabel yang dianggap berpengaruh besar terhadap hasil penelitian pressure filter single media. Hal ini disebabkan banyaknya variabel filtrasi yang dapat ditinjau dari penelitian pressure filter single media.

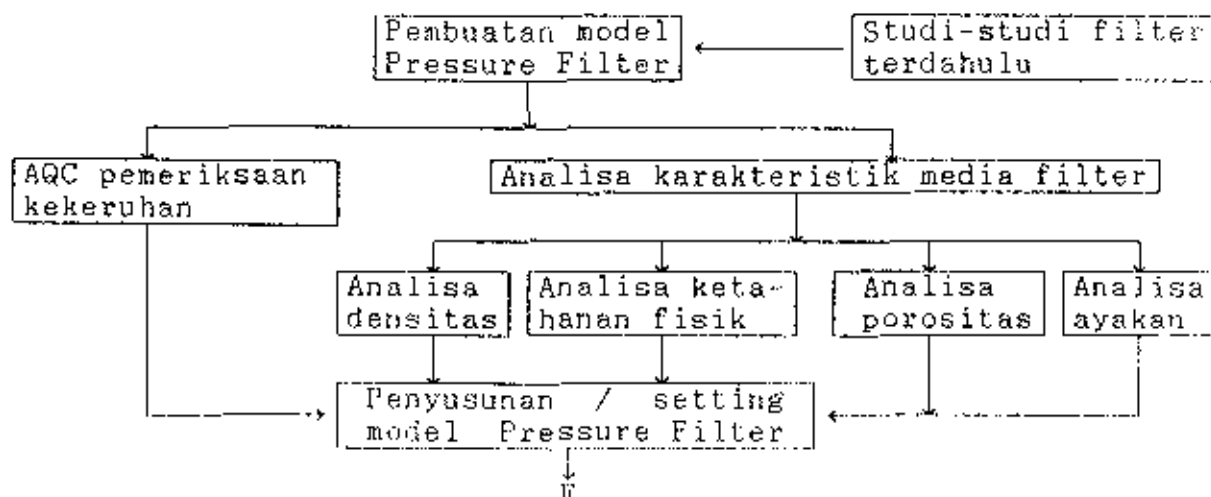
Sesuai dengan judul dari Tugas Akhir variabel-variabel yang akan diteliti adalah :

1. Kecepatan filtrasi (flow rate filtrasi ) pada pressure filtrasi single media.
2. Ukuran butiran media /efektif size (SE) pada pressure filter single media.
3. Tebal/tinggi media untuk pressure filter single media.
4. Semua media hanya berasal dari pasir kuarsa Bangka.
5. Konsentrasi kekeruhan/turbidity influent menggunakan lerutan kaolin sebagai sampel buatan.
6. Head loss yang terjadi pada setiap ketebalan media.

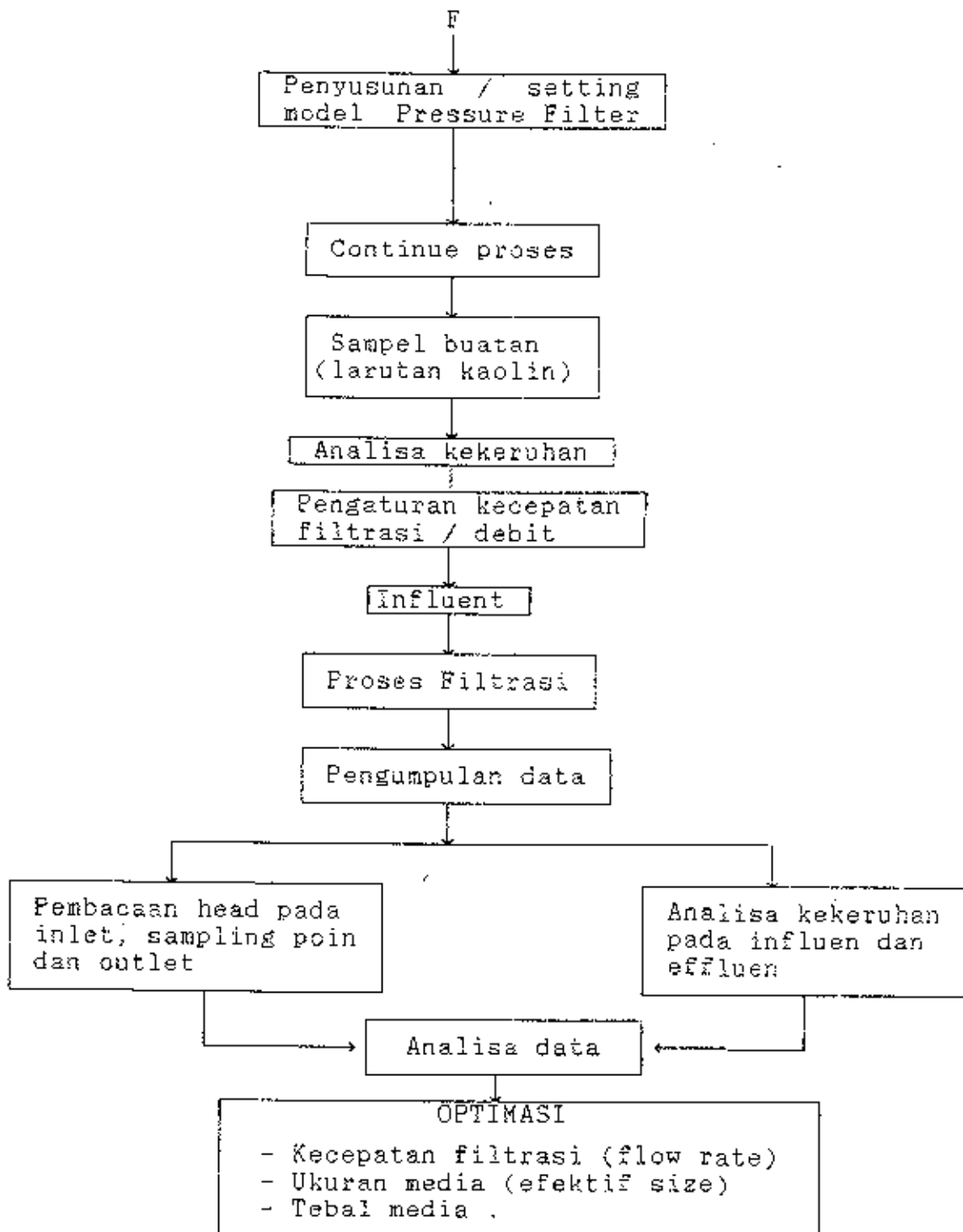
### 3.4 Metode Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Kerangka Penelitian

Kerangka dibawah ini menjelaskan tentang urutan pelaksanaan penelitian.



Gambar 3.1 : Diagram Alir Kerangka Penelitian



Gambar 3.2 : Lanjutan Diagram Alir Kerangka Penelitian

### 3.4.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Dalam penelitian ini tahapan pelaksanaan penelitian terdiri dari kegiatan pembuatan alat/model, analisa ayakan, dan penyiapan sampel buatan.

#### 3.4.2.1 Pembuatan alat/model

Alat/model yang disiapkan dalam penelitian ini berupa model jadi yang sekaligus dipakai dalam mengaplikasikan hasil penelitian tersebut.

Adapun cara kerja pembuatan alat adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan pipa PVC diameter 8", panjang 1,00 meter sebagai tabung pressure filter.
2. Melubangi tabung filter pada kedalaman tertentu sebagai tempat pengukuran head dan sampling point.
3. Mencetak fiberglass menjadi bentuk seperti gambar terlampir sebagai penutup atas dan bawah tabung filter.
4. Memasang penutup atas dan bawah serta pressure gauge.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar terlampir.

#### 3.4.2.2 Penyiapan Pasir Kuarsa Bangka sebagai Media Filter

##### A. Pencucian Media

Pasir kuarsa Bangka yang tersedia dicuci dengan air Kran (PAM). Kemudian dikeringkan di oven pada suhu  $105^{\circ}$  Celcius selama 24 jam ( 1 hari). Tujuan dari pencucian adalah untuk membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada butiran-butiran pasir.

## B. Pengukuran Densitas Media

Untuk mengukur densitas pasir kuarsa Bangka dapat dilakukan dengan cara menimbang pasir tersebut sebanyak 250 gram, kemudian dimasukan kedalam gelas ukur yang sudah diisi dengan air kran (PAM) pada volume 600 ml. Densitas dari pasir dapat diketahui sebagai rasio dari berat pasir yang dimasukan ke gelas ukur dengan kenaikan volume air pada saat pasir dimasukan ke gelas ukur.

## C. Pemeriksaan Media Fisik Media

Pemeriksaan disini dilakukan dengan merendam pasir kuarsa Bangka yang tersedia pada larutan hypoclorit (HCl) 20 % selama 24 jam, kemudian di keringka di oven selama 24 jam. Sebelum dan sesudah pengeringan dilakukan penimbangan. Persen berat pengurangan tidak boleh lebih dari 2 %.

## D. Analisa Ayakan Pasir Kuarsa

Analisa ayakan diperlukan untuk menentukan diameter butir pasir (efektif size) dan % distribusi setiap diameter pasir yang tersedia. Alat yang digunakan adalah ayakan listrik yang dilengkapi dengan 8 buah saringan pasir, mulai dari mesh 10 sampai mesh 50 (diameter 0,297-2 mm).

Cara kerja :

1. Pasir yang tersedia dicuci dan dikeringkan di opense selama 24 jam pada suhu 105 °C.
2. Timbang 250 gr pasir, kemudian masukan dalam ayakan listrik yang masing-masing sudah ditimbang dalam keadaan kosong.

3. Operasikan alat selama 30 menit.
4. Timbang setiap ayakan yang berisi pasir.
5. Persen berat dari setiap diameter, yaitu berat dalam tiap saringan dibagi berat total x 100% , kemudian diplotkan dalam grafik sieve analisis.

#### **E. Pengukuran Porositas Media**

Pengukuran porositas pasir kuarsa Bangka dilakukan dengan cara memasukkan pasir ke dalam tabung (6,2 cm) setinggi 40 cm, kemudian di isi air dengan tinggi yang sama. Air dikeluarkan untuk di ukur volumenya (sebagai volume rongga media ) ,sedangkan volume media adalah luas tabung dikalikan dengan tinggi media. Porositas media adalah hasil bagi volume rongga dengan volume media. Pengukuran dilakukan untuk setiap efektif size pasir kuarsa Bangka yang diteliti.

#### **3.4.2.3 Set Model / Menyusun Model Secara Continue Proses**

Model disusun sedemikian rupa sehingga dalam melaksanakan run model pressure filter tidak mengalami kesulitan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar terlampir.

#### **3.4.2.4 Penyiapan Sampel Air Buatan**

Cara pembuatan sampel air sintetis adalah dengan mencampurkan kaolin sebagai bahan pengkeruh. Sampel air sintetis ini diperlukan karena sulitnya memperoleh sampel air alam sesuai dengan yang diharapkan. Dengan sampel sintetis, kualitas air baku

yang konstan dalam jumlah cukup dapat diperoleh setiap saat.

Kaolin dipakai sebagai bahan sampel sintetis karena mempunyai sifat-sifat fisik kimia yang hampir sama dengan lumpur alam. Untuk penentuan kekeruhan awal dengan menggunakan kaolin, harus diperhatikan kekeruhan air baku dari PAM. Dengan konsentrasi kekeruhan 25 dan 50 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

### 3.4.3 Sistim Pengoperasian

Prosedur sistim pengoperasian penelitian adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan dan menyusun media ke dalam model pressure filter dengan ketinggian 45 cm untuk Efektif Size (ES) 0.70 mm.
2. Mengatur debit / rate filtrasi berturut-turut sebesar 15, 20, 25, 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .
3. Melakukan running dengan konsentrasi kekeruhan influent 50 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
4. Membaca tekanan yang terjadi pada pressure gauge untuk setiap interval waktu tertentu.
5. Mengambil sampel pada influen dan efluen kemudian dilakukan analisa kekeruhan dengan Hellige Turbidity untuk setiap interval waktu tertentu.
6. Melakukan pencucian (*backwash*) setiap dilakukannya perubahan kecepatan filtrasi.
7. Mengulang prosedur 1 - 6 untuk efektif size pasir kuarsa Bangka 0,92; 1,10; 1,35 mm.



8. Mengulang prosedur 1 - 7 untuk ketebalan media 54 cm , 63 cm , dan 72 cm.

9. Mengulang prosedur 1 - 8 untuk konsentrasi kekeruhan influent 25 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

#### 3.4.4 Metode Pengukuran Kekeruhan

Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik plankton, dan zat-zat lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan , yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Antara kekeruhan dengan kadar semua zat tersuspensi tidak dapat dihubungkan secara langsung, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir.

Terdapat 3 metode pengukuran kekeruhan yaitu :

- a. Metode Nefelometrik (unit kekeruhan nefelometrik Ntu atau Ftu)
- b. Metode Hellige Turbidimetrik (unit kekeruhan silika mg/l)
- c. Metode Visuil (unit kekeruhan Jackson Jtu).

Untuk penelitian disini metode yang dipakai adalah metode Hellige Turbidimetri. Prinsip penetapan kekeruhan dengan cara Hellige adalah membandingkan standart kekeruhan yaitu larutan suspensi silika ( $\text{SiO}_2$ ) dengan contoh air yang akan diperiksa kekeruhannya. Hasil pengukuran dengan Hellige dinyatakan dalam mg/l  $\text{SiO}_2$ .

Peralatan yang diperlukan untuk pengukuran kekeruhan dengan cara Hellige adalah sebagai berikut :

1. Hellige Turbidimetri
2. Filter
3. Tabung contoh

Dalam pengukuran ini perlu diperkirakan range kekeruhan dari air yang akan diperiksa kekeruhannya, karena hal ini berhubungan dengan prosedur kerja dari penggunaan alat Hellige Turbidimetri.<sup>(6)</sup>

Pada Tabel 3-1, dapat dilihat pemilihan peralatan yang dipergunakan berdasarkan berbagai unit kekeruhan.

Tabel 3-1 : Penggunaan peralatan berdasarkan tingkat kekeruhan.

No	Unit kekeruhan (mg/l $\text{SiO}_2$ )	Filter	Cermin	Tabung (mm)
1.	0 - 1,5	dark	tertutup	50
2.	1,5 - 4	dark	tertutup	50
3.	4 - 15	light	tertutup	50
4.	15 - 50	none	tertutup	50
5.	50 - 150	none	tertutup	20

Prosedure kerja :

- a. Mengocok contoh air yang akan diperiksa kekeruhannya.
- b. Memasukan contoh air ke dalam tabung sampai tanda batas, kemudian simpan pada sampel holder.
- c. Menyalakan alat Turbidimeter.
- d. Menyeimbangkan intensitas cahaya pada titik tengah dengan jalam memutar tombol yang tersedia sampai di dapat intensitas cahaya yang merata.
- e. Mencatat skala yang ditunjukkan.
- f. Memplotkan pembacaan skala pada kurva kalibrasi yang sesuai.

### 3.4.5 Analytical Quality Control

#### 3.4.5.1 Umum

Analytical quality control (AQC) diperlukan untuk mengontrol kualitas suatu penelitian. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mendapatkan kualitas penelitian yang tepat (akurat) dan teliti (presisi). Data hasil pengukuran dinyatakan akurat, apabila selisih antara nilai rata-rata data hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya tidak lebih dari standart deviasinya. Sedang data hasil pengukuran dapat dinyatakan presisi, jika penyebaran hasil pengukuran disekitar nilai rata-rata ( $\bar{x}$ ) dan tidak melebihi range batas atas dan batas bawah yang biasanya dinyatakan dengan standart deviasi ( $\sigma$ ).

#### 3.4.5.2 Analytical Quality Control Turbidity

AQC kekeruhan dilakukan dengan menggunakan larutan kekeruhan buatan berupa campuran kaoli dengan air kran (PAM). Untuk keperluan analisa ini dibuat 30 macam sampel dengan kekeruhan 25 mg/lit  $\text{SiO}_2$  (campuran 25 mg kaolin dalam 1 liter air kran). Kemudian dilanjutkan pengukuran kekeruhan pada 30 sampel tersebut dengan alat Hellige Turbidimeter. Jika dari hasil pengukuran selisih antara rata-rata data dengan keruhan sebenarnya tidak melebihi standart deviasinya berarti data cukup akurat, dan jika dari hasil pengukuran penyebaran data di sekitar nilai rata-rata pada control chart tidak melebihi batas atas ( $\bar{x}+2\sigma$ ) dan batas bawah ( $\bar{x}-2\sigma$ ), maka data dapat dikatakan cukup teliti (presisi) dan penelitian dapat terus dilanjutkan.

## BAB IV

### DATA HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Umum

Data dari hasil penelitian mencakup data hasil penelitian pendahuluan dan data penelitian pressure filter single media. Data hasil penelitian pendahuluan meliputi analisa ayakan pasir, pemeriksaan karakteristik fisik pasir kuarsa Bangka sebagai single media pressure filter, dan Analytical Quality Control (AQC). Sedangkan data hasil penelitian pressure filter single media terdiri dari data pembacaan head pada pressure gauge dan hasil analisa konsentrasi kekeruhan pada influent dan effluent (lampiran 4).

Analisa ayakan dilakukan untuk memperoleh data yang selanjutnya dapat diplotkan untuk membuat grafik distribusi ukuran butiran pasir. Pemeriksaan pada karakteristik fisik meliputi pengukuran densitas untuk menentukan spesifik gravity, ketahanan fisik pasir, dan porositas pasir.

Selain data dari hasil pengukuran dan pembacaan terdapat data dari hasil perhitungan yaitu perhitungan dalam penentuan diameter pasir kuarsa untuk setiap Efektif Size (ES) yang diinginkan dan hasil perhitungan konversi pembacaan head pada pressure gauge ( $\text{kg/cm}^2$ ) menjadi meter kolom air.

## 4.2 Data Penelitian Pendahuluan

### 4.2.1 Analisa Ayakan Pasir Kuarsa Bangka

Analisa ayakan pasir dilakukan untuk memperoleh ukuran butiran media (Efektif size) yang akan dipakai dalam penelitian ini. Data hasil analisa penentuan diameter butiran media yang akan terpakai dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4-1 : Hasil perhitungan penentuan diameter butiran media berdasarkan efektif size yang diinginkan.

Efektif Size (mm)	Diameter pasir yang terpakai	
	( mm )	( mesh )
0,70	0,59 - 1,00	30 - 18
0,92	0,84 - 1,19	20 - 16
1,10	1,00 - 1,68	16 - 12
1,35	1,41 - 2,00	14 - 10

### 4.2.2 Pengukuran Densitas, Ketahanan Fisik, dan Porositas Media (Pasir Kuarsa Bangka)

Pengukuran densitas diperlukan untuk menentukan spesifik gravity dari pasir kuarsa Bangka, sehingga memudahkan dalam menghitung berat dari pasir yang diperlukan untuk media.

Pengukuran ketahanan fisik media dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari pasir kuarsa bangka sebagai media. Pada tabel di bawah ini dapat dilihat data dari hasil pengukuran densitas, ketahanan fisik, dan porositas berdasarkan masing-masing efektif size.

Tabel 4 - 2 : Data densitas, spesifik gravity, ketahanan fisik, dan porositas pasir kuarsa Bangka.

Karakteristik media	Hasil pengukuran / perhitungan
Densitas	2,631 kg/l
Spesifik gravity	2,64
Ketahanan fisik	1,512 %
Porositas untuk :	
Efektif size : 0,70 mm	0,36
Efektif size : 0,92 mm	0,37
Efektif size : 1,10 mm	0,38
Efektif size : 1,35 mm	0,39

Perhitungan dapat dilihat pada lampiran

#### 4.2.3 Analytical Quality Control (AQC) pada Sampel Kekerusuhan Buatan

Hasil pengukuran 30 sampel dari larutan dengan kekeruhan buatan 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  dapat dilihat pada tabel 4-3 di bawah ini.

Tabel 4 - 3 : Data konsentrasi kekeruhan 30 sampel dari larutan dengan kekeruhan buatan 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  sebagai kontrol kualitas penelitian.

No. Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8
Kekeruhan (mg/l $\text{SiO}_2$ )	25	25,5	24,5	25	25,5	25,5	24	24
No. Sampel	9	10	11	12	13	14	15	16
Kekeruhan (mg/l $\text{SiO}_2$ )	25,5	23,5	26	25,5	25,5	24	23,5	25,5
No. Sampel	17	18	19	20	21	22	23	24
Kekeruhan (mg/l $\text{SiO}_2$ )	25	26	24	23,5	25,5	25	26	23,5
No. Sampel	25	26	27	28	29	30		
Kekeruhan (mg/l $\text{SiO}_2$ )	25	26	25,5	24,5	25	24		

Data sebenarnya (x) = 25 mg/l  $\text{SiO}_2$

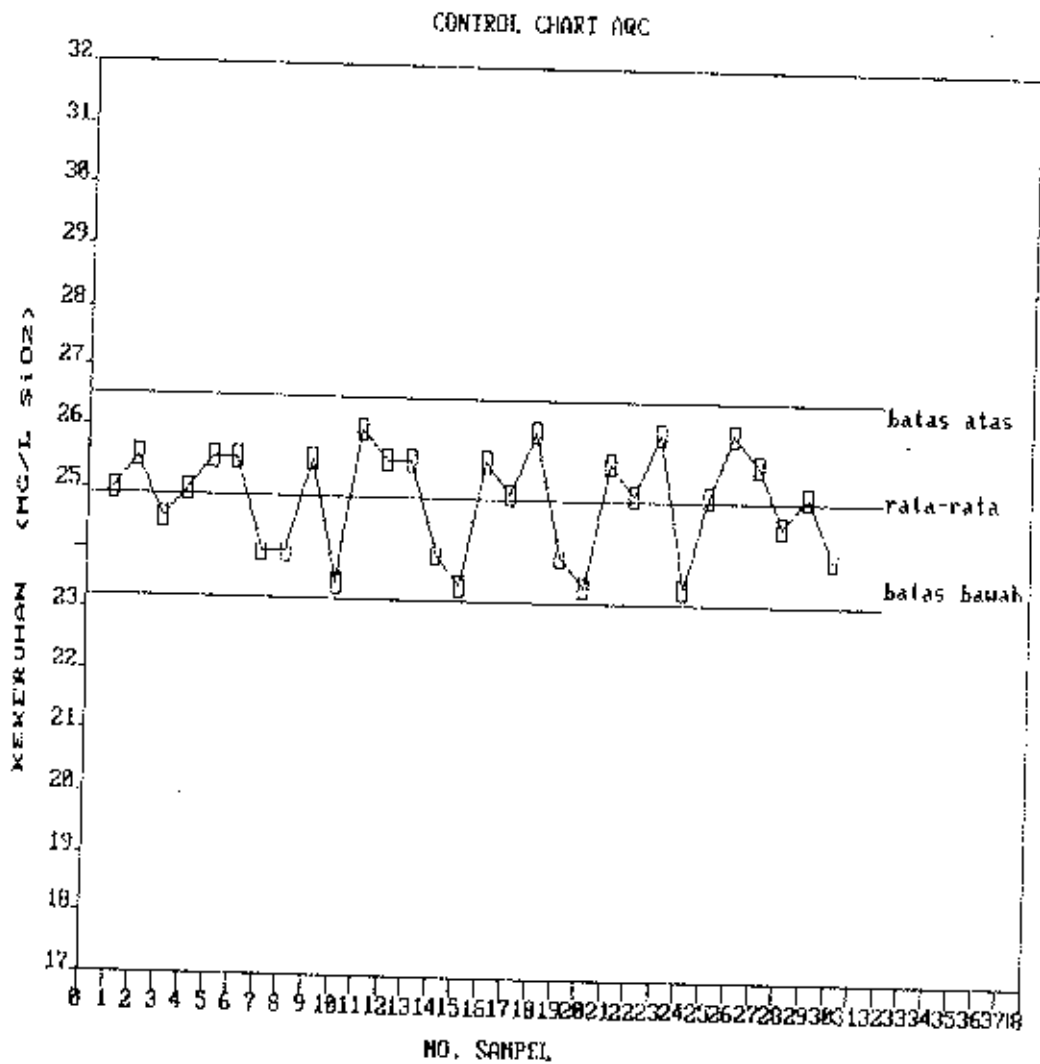
Jumlah sampel (N) = 30

Nilai rata-rata ( $\bar{x}$ ) = 24,88

---

Standart deviasi ( $\sigma$ )	= 0,8234
Nilai maksimum	= 26 mg/l $\text{SiO}_2$
Nilai minimum	= 23,5 mg/l $\text{SiO}_2$
Batas atas ( $\bar{x} + 2\sigma$ )	= 26,53
Batas bawah ( $\bar{x} - 2\sigma$ )	= 23,236
Selisih $x$ dan $\bar{x}$	= 0,1166

Untuk mengetahui keakuratan dan kepresisian data hasil penelitian dapat dilihat pada grafik kontrol chart (grafik 4-1). Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa data cukup presisi apabila data hasil pengukuran terletak diantara batas atas ( $\bar{x} + 2\sigma$ ) dan batas bawah ( $\bar{x} - 2\sigma$ ), sedangkan keakuratan data hasil pengukuran dapat diketahui apabila selisih nilai rata-rata ( $\bar{x}$ ) dan data sebenarnya ( $X$ ) kurang dari standart deviasi ( $\sigma$ ).



Grafik 4 - 1 : Kontrol chart sampel dari air baku dengan kekeruhan buatan.



#### 4.3 Data Penelitian Pressure Filter Single Media

Penelitian dilakukan sesuai dengan prosedur pada bab 3 dengan peralatan sebagai berikut :

- Tekanan memekai pompa dengan spesifikasi :

- Debit : 42 l/menit

- Head hisap : 9 meter

- Head tekan : 24 meter

- Pengukuran tekanan pada inlet, sampling point dan outlet menggunakan alat pressure gauge dengan skala maksimum  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  ( $30 \text{ lb/ft}^2$ ).

##### 4.3.1 Pembacaan Head pada Pressure Gauge

- Tekanan awal (pada inlet) dii atur sebesar  $1,35 \text{ kg/cm}^2$
- Pembacaan dilakukan setiap satu jam selama 7 jam untuk sekali running.
- Pengambilan data dilakukan pada setiap setiap running dengan ketentuan sebaga berikut :

1. Untuk ukuran media (ES) 0,70 mm :

Tebal media : 45 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

Tebal media : 54 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

Tebal media : 63 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

Tebal media : 72 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

II. Untuk ukuran media (ES) 0,92 mm :

Tebal media : 45 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

Tebal media : 54 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

Tebal media : 63 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

Tebal media : 72 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

III. Untuk ukuran media (ES) 1,10 mm :

Tebal media : 45 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

Tebal media : 54 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

Tebal media : 63 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

Tebal media : 72 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

IV. Untuk ukuran media (ES) 1,35 mm :

Tebal media : 45 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30 m<sup>3</sup>/jam/m<sup>2</sup>.

Tebal media : 54 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

Tebal media : 63 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

Tebal media : 72 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

#### 4.3.2 Pembacaan Analisa Kekeruhan pada Hellige Turbidity.

- Konsentrasi kekeruhan awal dibuat sebesar 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  dan 25 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Pengambilan sampel dilakukan pada setiap satu jam selama 7 jam untuk sekali running.
- Pengambilan data dilakukan pada setiap running dengan ketentuan sebagai berikut :

I. Untuk ukuran media (ES) 0,70 mm :

Tebal media : 45 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

Tebal media : 54 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

Tebal media : 63 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

Tebal media : 72 cm , dengan flow rate :

- 15 ; 20 ; 25 ; 30  $\text{m}^3/\text{jam}/\text{m}^2$ .

## BAB V

### ANALISA HASIL PENELITIAN

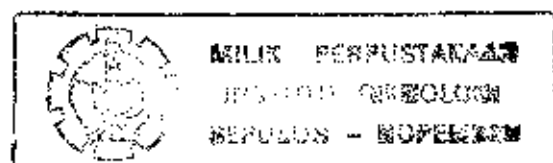
Analisa hasil penelitian merupakan pembahasan dari data-data yang diperoleh dari analisa ayakan dan pemeriksaan karakteristik pasir kuarsa Bangka sebagai media *pressure filter single media*, kualitas fisik (*turbidity*) influent dan effluent, dan sisa tekanan yang tersedia pada *model pressure filter*.

Analisa karakteristik fisik media filter (pasir kuarsa Bangka) meliputi *Specific gravity (Sg)*, ketahanan fisik, dan *porositas (e)*. Sedangkan pada data kualitas influent dan effluent dilakukan analisa-analisa : kecepatan filtrasi (*flow rate*), tebal media, dan ukuran butiran (*efektif size*) terbaik (*optimum*) dari 4 variasi untuk tiap variabel yang dipakai pada penelitian ini.

#### 5.1 Analisa ayakan pasir kuarsa Bangka

Dari analisa ayakan dapat diketahui distribusi ukuran butiran dan harga dari efektif size ( $ES/P_{40}$ ) dan *uniformity ( $\mu$ )*, sehingga dapat dilihat apakah pasir kuarsa Bangka yang tersedia mempunyai nilai  $ES$  dan  $\mu$  sesuai dengan kriteria yang biasa dipakai filter cepat pada umumnya (*konvensional*).

Dari data pada tabel L-1 dan grafik L-1 didapat nilai  $ES : 0,95 \text{ mm}$  dan  $\mu : 1,55$ . Disini menunjukan bahwa pasir kuarsa Bangka yang tersedia dapat dipakai sebagai media filter cepat



(pressure filter), karena mempunyai nilai ES dan  $\mu$  sesuai dengan kriteria untuk rapid filter (pressure filter) yaitu ES : 0,70 - 1,35 mm dan  $\mu$  : 1,35 - 1,75.

## 5.2 Analisa Karakteristik Fisik Pasir Kuarsa Bangka

Dilakukan untuk melihat apakah pasir kuarsa Bangka mempunyai karakteristik yang sesuai dengan pasir kuarsa yang biasa dipakai pada sebagai media pada filter cepat (pressure filter) pada umumnya. Sehingga dapat diketahui kelayakan dari pasir kuarsa Bangka sebagai media filter.

### 1. Spesifik Gravity (Sg) pasir kuarsa Bangka

Dari data pada tabel 4-2, pasir kuarsa Bangka mempunyai spesifik gravity 2,64. Hal ini dapat dikatakan bahwa pasir kuarsa Bangka mempunyai nilai spesifik gravity hampir sama dengan pasir kuarsa yang umum dipakai sebagai media filter cepat (pressure filter) yaitu 2,65.

### 2. Ketahanan Fisik pasir kuarsa Bangka

Salah satu syarat untuk dapat digunakannya pasir kuarsa Bangka sebagai media filter adalah ketahanan fisik pasir kuarsa Bangka sebagai media filter. Seperti telah dijelaskan pada bab 2 media filter yang mempunyai ketahanan fisik yang baik, sehingga tidak hancur pada saat proses filtrasi dapat diketahui dengan cara merendam pasir kuarsa Bangka tersebut dengan larutan HCl selama 24 jam dan dikeringkan pada suhu

105° C selama 24 jam maka pengurangan beratnya tidak lebih dari 2% .

Pasir kuarsa Bangka mempunyai nilai pengurangan berat 1,512% (dapat dilihat pada tabel 4-2). Dari data tersebut menunjukkan bahwa pasir kuarsa Bangka mempunyai ketahanan fisik yang baik ,sehingga dapat dipakai sebagai media filter sebab pengurangan persen berat kurang dari 2 %.

### 3. Porositas pasir kuarsa Bangka

Pengukuran porositas dilakukan pada setiap efektif size yang diinginkan. Dari data pada tabel 4-2 dapat diketahui porositas masing-masing efektif size berkisar antara 0,36 - 0,39. disini terlihat bahwa porositas untuk pasir kuarsa Bangka pada ke empat efektif size yang dipakai pada penelitian ini tidak berbeda terlalu besar dengan porositas pada pasir kuarsa pada umumnya (0.38) dan porositas filterbed pada rapid filter.

### 5.3 Analisa Kecepatan Filtrasi (Flow rate)

Untuk melakukan pembahasan terhadap analisa kecepatan filtrasi yang terbaik (optimum) dapat dilakukan dari data-data penelitian mengenai konsentrasi kekeruhan hasil filtrasi dan head yang tersedia pada filterbed. Penentuan kecepatan filtrasi (flow rate) yang optimum diperlukan beberapa analisa sebagai berikut :

1. Analisa mengenai hubungan antara persen removal kekeruhan dengan waktu operasi terdapat pada grafik 5-1 s/d 5-32. Sekaligus untuk menentukan konsentrasi influent yang dipakai untuk membahas analisa selanjutnya.
2. Analisa mengenai hubungan antara konsentrasi effluent dengan waktu operasi filter terdapat pada grafik 5-33 s/d 5-48 .
3. Analisa mengenai hubungan antara konsentrasi effluent dengan efektif size terdapat pada grafik 5-49 s/d 5-52 .
4. Analisa mengenai hubungan antara % removal kekeruhan dengan efektif size terdapat pada grafik 5-53 s/d 5-56.
5. Analisa mengenai hubungan antara konsentrasi effluent dengan tebal media terdapat pada grafik 5-57 s/d 5-60.
6. Analisa mengenai hubungan antara % removal kekeruhan dengan tebal media terdapat pada grafik 5-61 s/d 5-64.

Dari keenam hubungan tersebut analisa dilakukan berdasarkan 4 macam perubahan kecepatan filtrasi (flow rate).

### 5.3.1 Hubungan antara Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Kekeruhan.

#### 1. Umum

Pola peningkatan persen removal kekeruhan terhadap waktu operasi filter dapat dilihat pada grafik 5-1 s/d 5-32. Pada awal operasi filter persen removal kekeruhan kecil pada konsentrasi influent 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  dan 25 mg/l  $\text{SiO}_2$ . Hal ini menunjukkan konsentrasi effluent pada awal operasi jelek. Tetapi dengan bertambahnya waktu operasi, konsentrasi effluent akan semakin baik kualitasnya. Sehingga persen removal kekeruhan meningkat.

Peningkatan persen removal kekeruhan besar, berlangsung sampai waktu operasi filter 5 jam. Setelah itu persen removal kekeruhan hanya bertambah sedikit demi sedikit (relatif konstan).

Kecilnya persen removal kekeruhan pada awal operasi filter disebabkan pada awal operasi, filter masih bersih dan belum terbentuk lapisan yang efektif pada media. Sehingga proses Mechanical straining pada filter belum terjadi secara sempurna.

Setelah waktu operasi filter berlangsung 7 jam, konsentrasi influent 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  mempunyai persen removal kekeruhan lebih besar dari konsentrasi influent 25 mg/l  $\text{SiO}_2$ . Tetapi kualitas effluent untuk konsentrasi influent 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  lebih baik, karena kurang dari standart kualitas air minum yang dianjurkan (5 mg/l  $\text{SiO}_2$ ). Sedangkan untuk konsentrasi influent 50



mg/l SiO<sub>2</sub> masih melebihi standart kualitas air minum tersebut.

Dari kenyataan di atas dapat di simpulkan bahwa konsentrasi influent 25 mg/l SiO<sub>2</sub> lebih efektif sebagai air baku untuk penelitian pressure filter single media. Sehingga untuk analisa berikutnya yang dipakai hanya konsentrasi influent 25 mg/l SiO<sub>2</sub>.

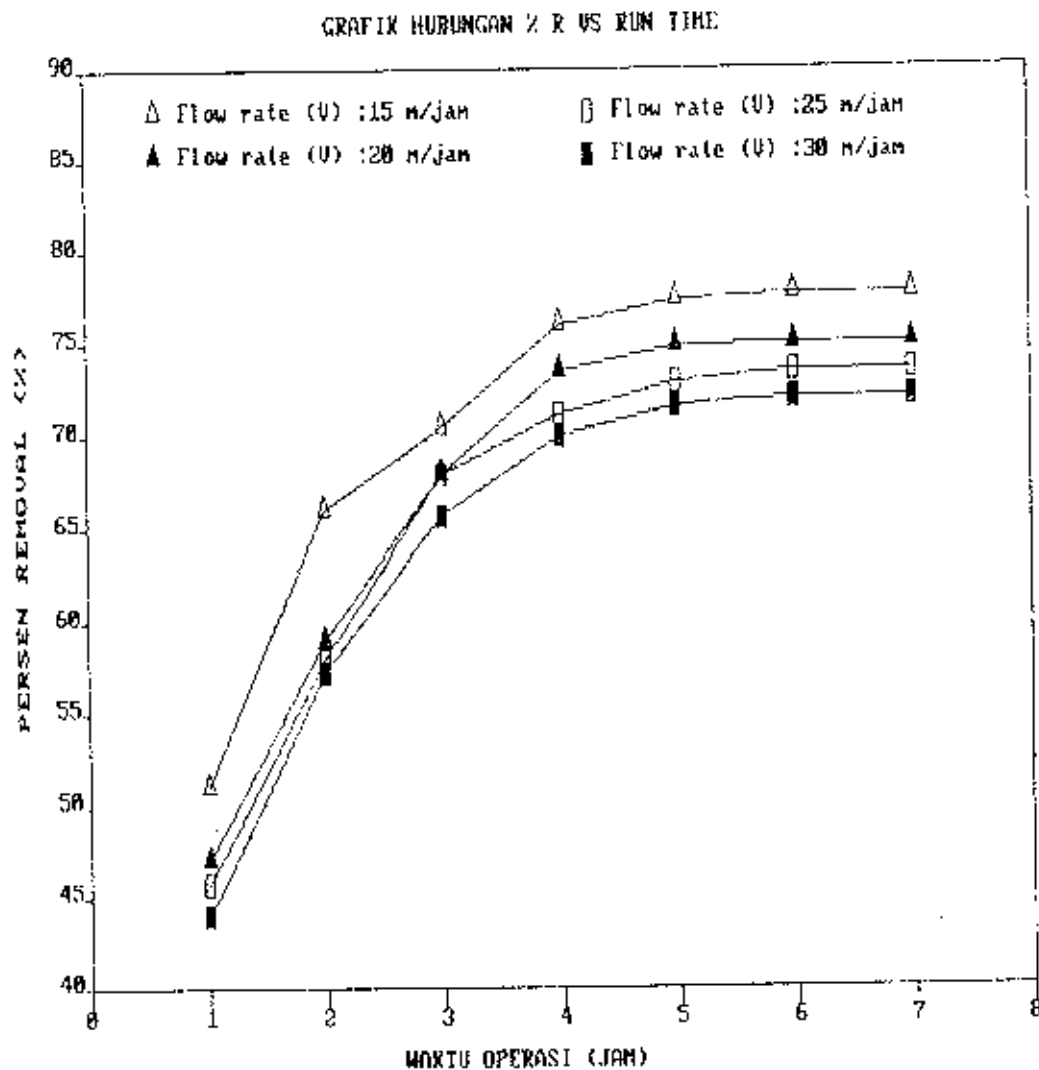
Pada grafik hubungan antara persen removal kekeruhan dengan waktu operasi filter untuk ke tiga perubahan variabel (konsentrasi influent, efektif size dan tebal media). Terlihat kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam lebih baik (optimum) dari pada kecepatan filtrasi 20, 25, dan 30 mg/l SiO<sub>2</sub>. Hal ini disebabkan kecepatan filtrasi 15 m/jam merupakan flow rate terkecil, sehingga waktu kontak dengan media lebih lama dan flow rate rendah. Dengan lamanya waktu kontak dengan media, maka kesempatan terbentuknya lapisan pada media lebih besar dan flow rate yang rendah akan mencegah terjadinya proses pengelupasan (detachment).

2. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Kek<sub>u</sub>ruhan untuk ES: 0,70 mm, dan konsentrasi kekeruhan influent: 50 mg/l SiO<sub>2</sub> dengan 4 variasi perubahan tebal media.

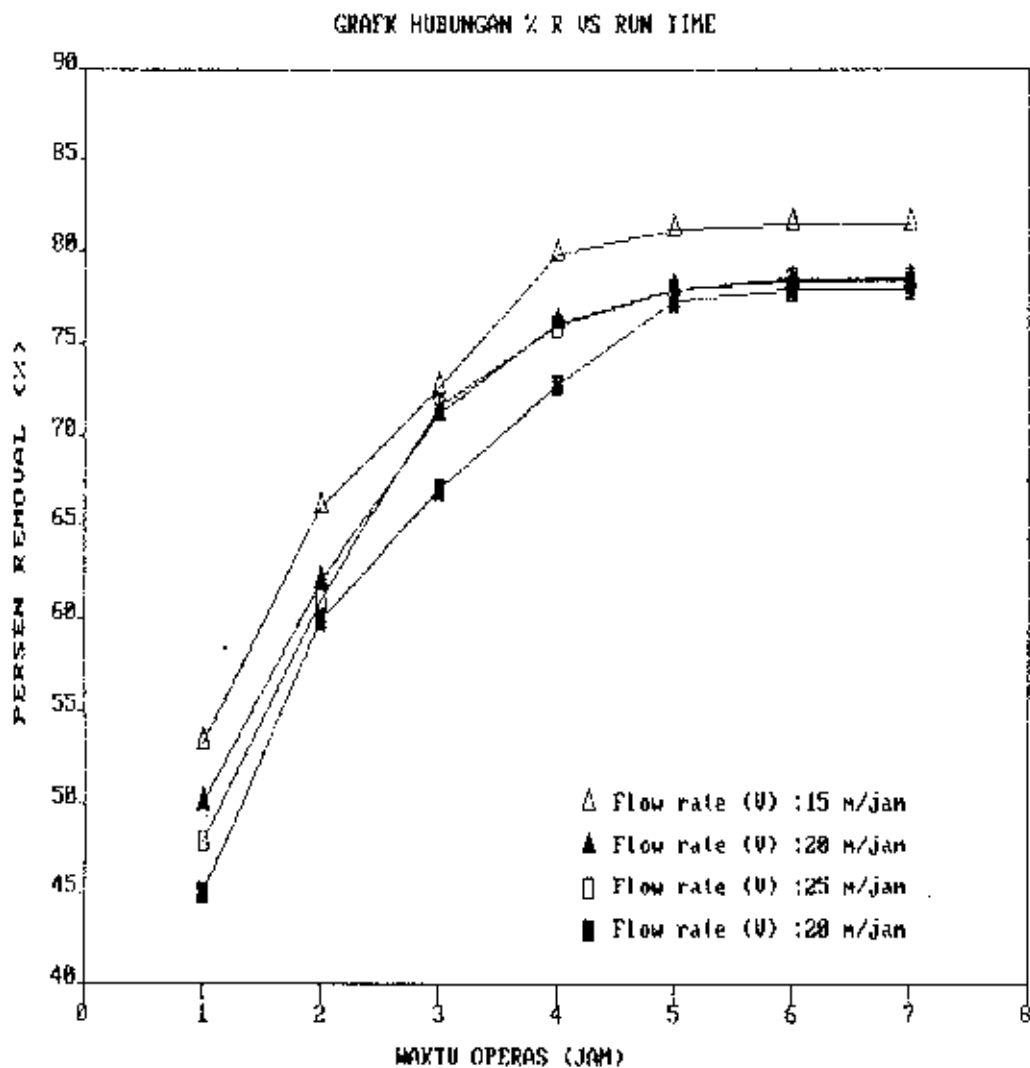
Dari grafik 5-1 sampai 5-4 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

- Pada grafik 5-1 , untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 51 - 77,6 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 47-75 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 45,8-73,6 % , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 44-72 %.
- Pada grafik 5-2 , untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 53,2 - 81,4 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 50-78,4 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 48-78,6 % , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 45-78 %.
- Pada grafik 5-3 , untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 56,8 - 86,2 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 55-84,2 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 51,2-83,6 % , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 48-82,2%.

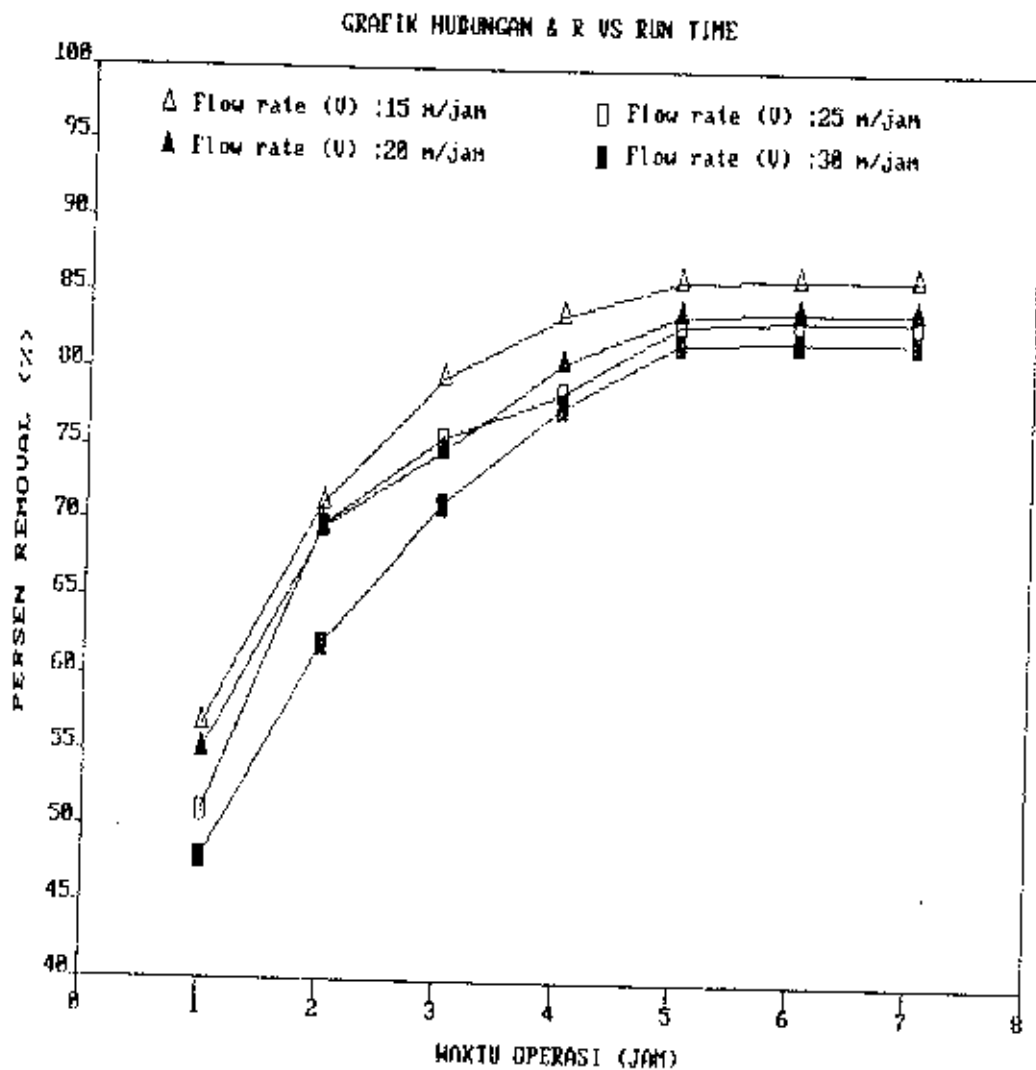
- Pada grafik 5-4 , untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter ( $t=1$  jam) dan akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 84 - 89,4 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 60-85,6 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 56,8-84,4 % , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 42-83,7 % .
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 0,70 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan persen removal yang terbaik (optimum) yaitu 77,6 - 89,4 % .



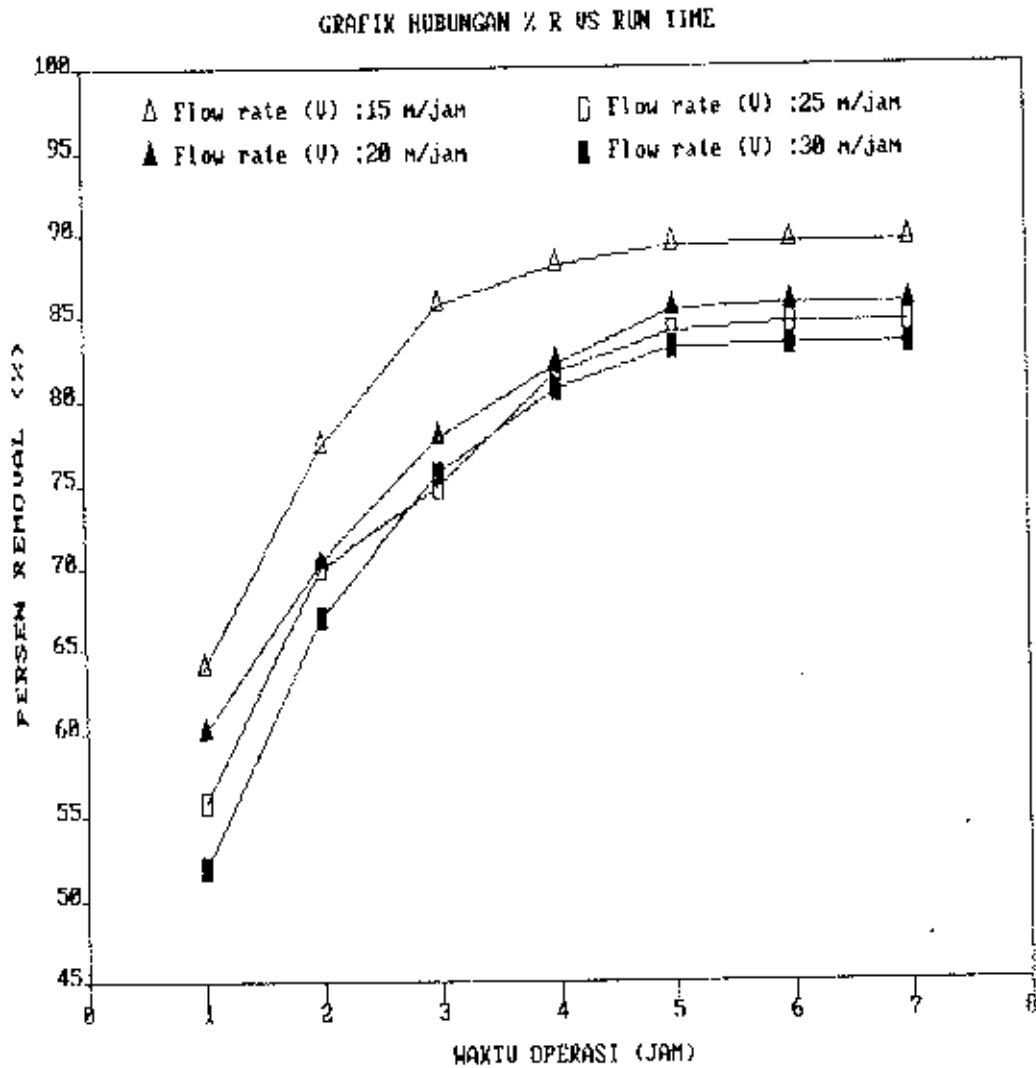
GRAFIK 5 - 1 : Hubungan Persen Removal Kekerusuhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 2 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 3 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 4 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

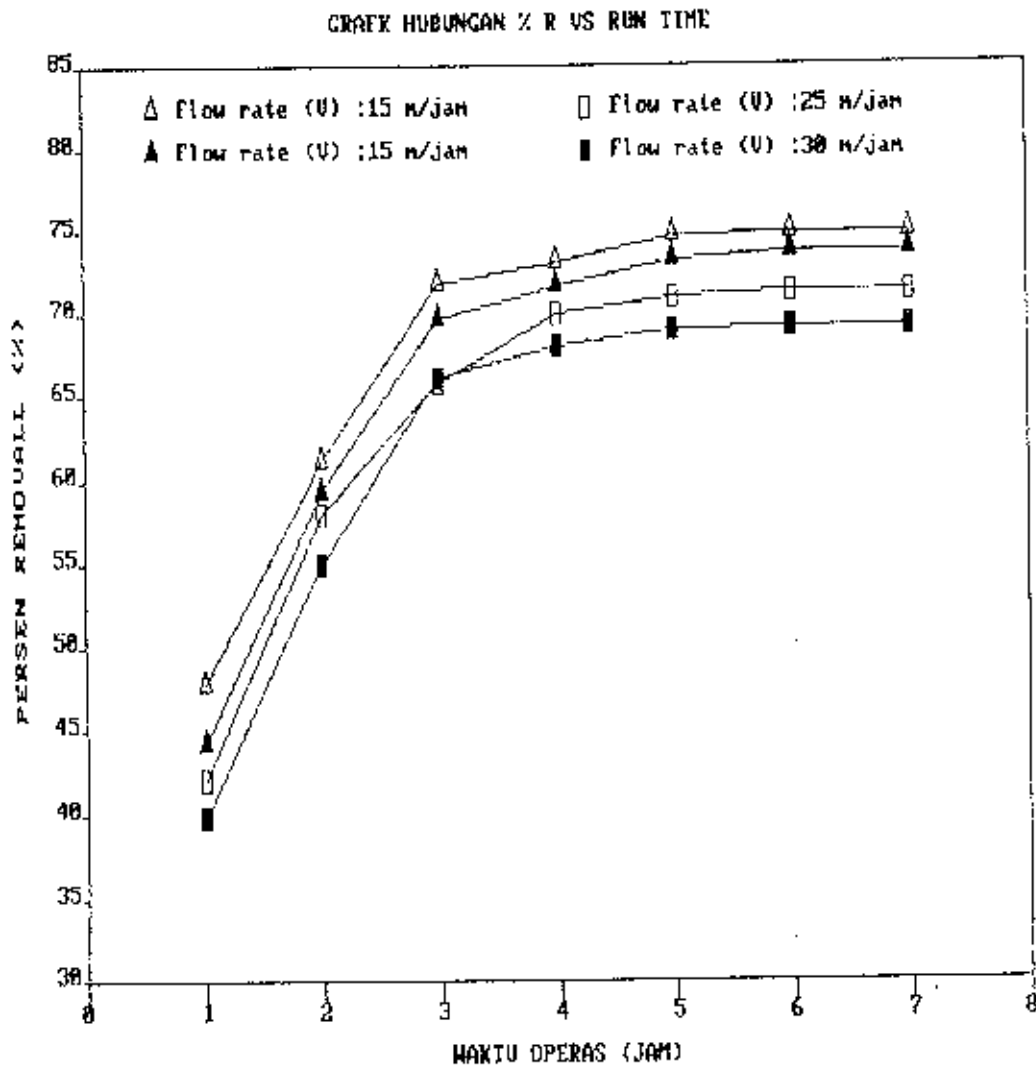
3. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal kekeruhan untuk ES: 0,92 mm, dan konsentrasi kekeruhan influent: 50 mg/l SiO<sub>2</sub> dengan 4 variasi perubahan tebal media.

Dari grafik 5-5 sampai 5-8 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

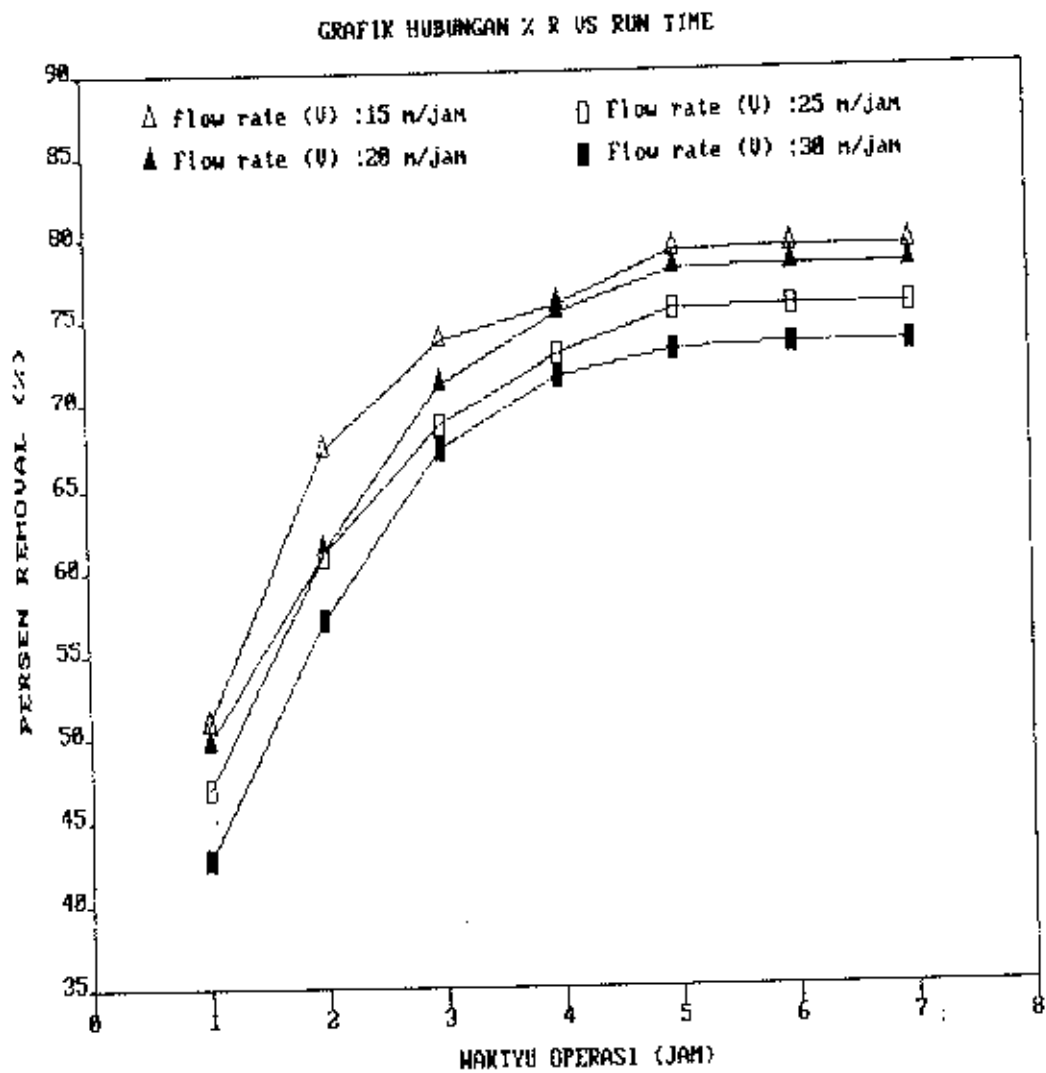
- Pada grafik 5-5 , untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 46,6 - 74,8 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 44,2-73,6 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 42,2-71,2 % , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 39,8-69,2 % .
- Pada grafik 5-6 , untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 50,8 - 79,2 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 49,8-78 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 47-75,6 % , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 42,8-73,4 % .
- Pada grafik 5-7 , untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 56 - 82,8 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 54-82 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 52-80,2 % , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 47-78,4 % .



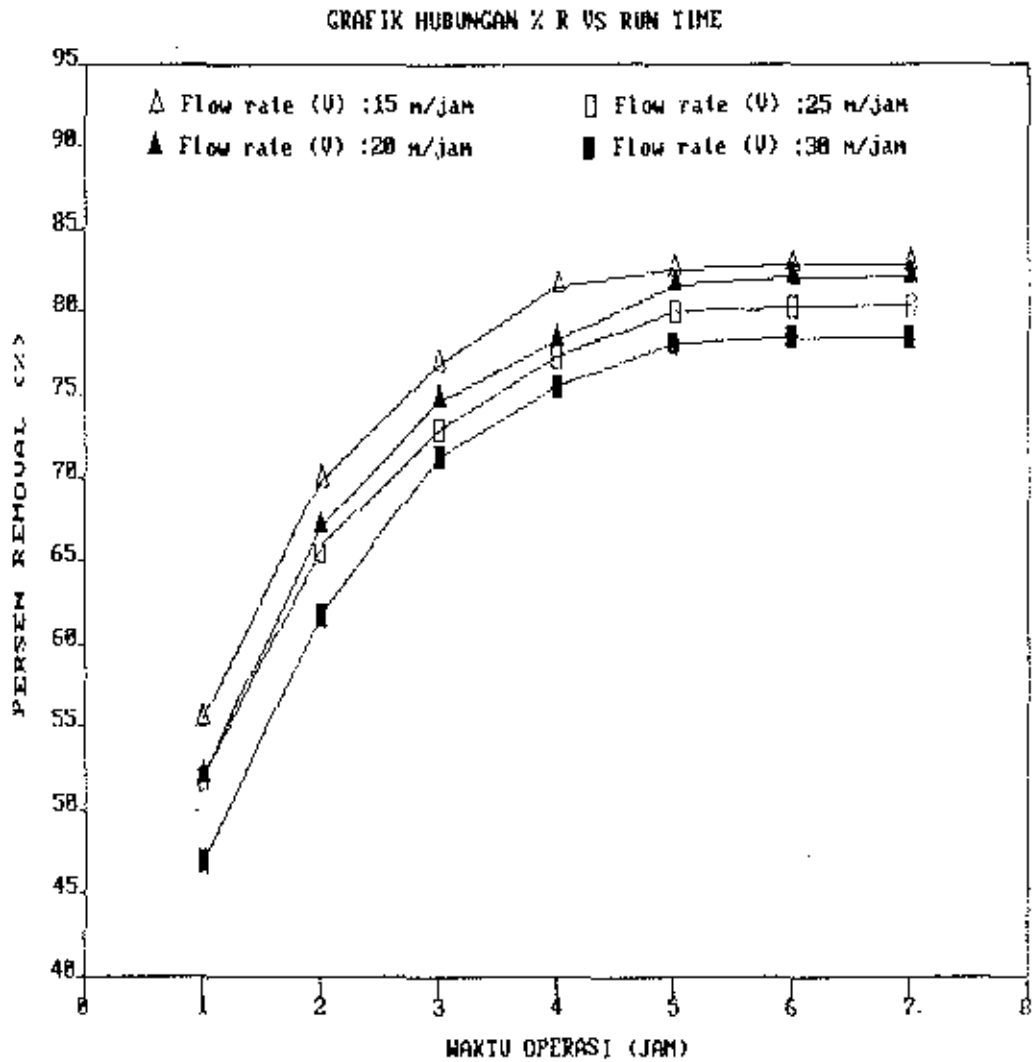
- Pada grafik 5-8 , untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter ( $t=1$  jam) dan akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 59,8 - 83,6 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 56,6-82,4 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 54,2-80,6 % , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 51,8-79,2 % .
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 0,92 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cmsetelah run time 7 jam menghasilkan persen removal yang terbaik (optimum) yaitu 74,8 - 83,6 % .



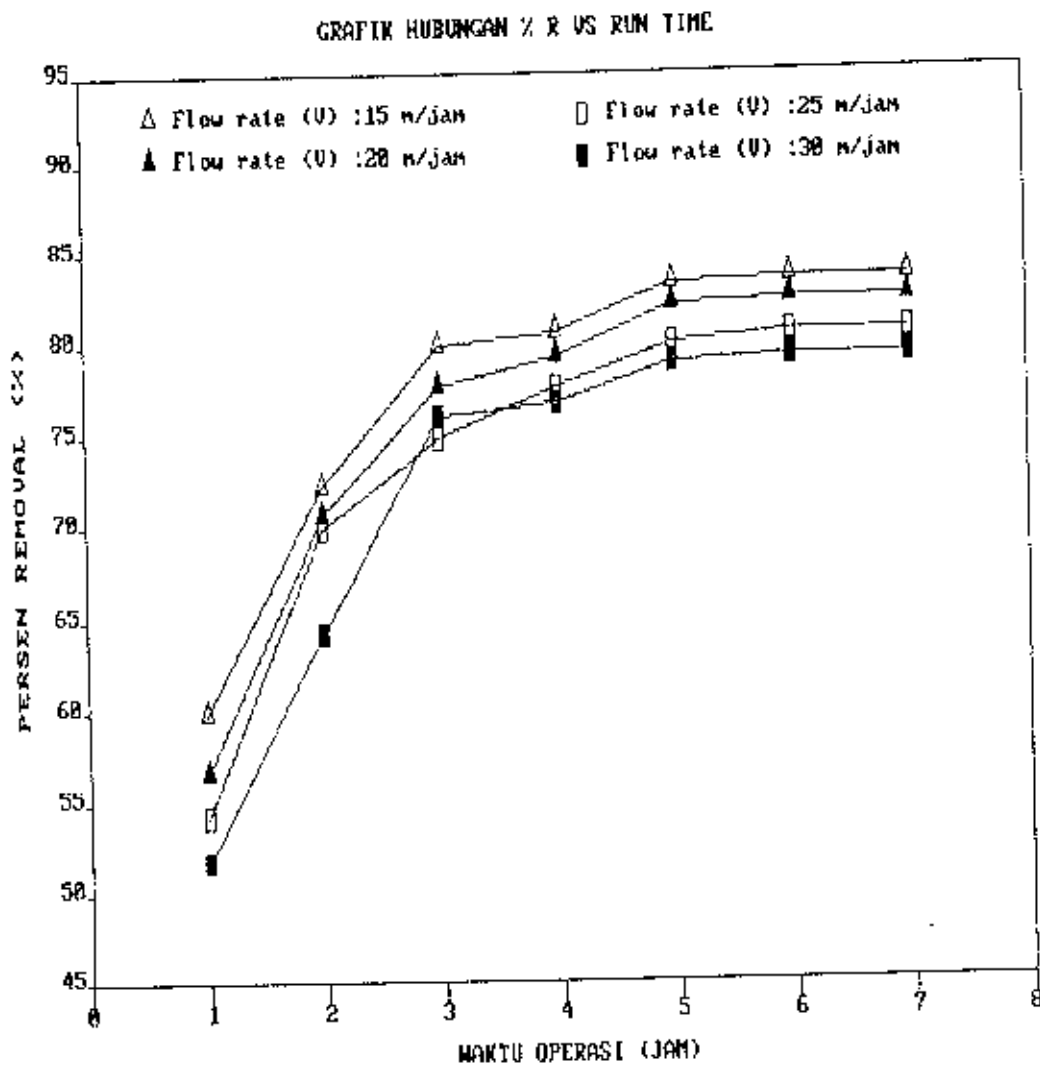
GRAFIK 5 - 5 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 6 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 7 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



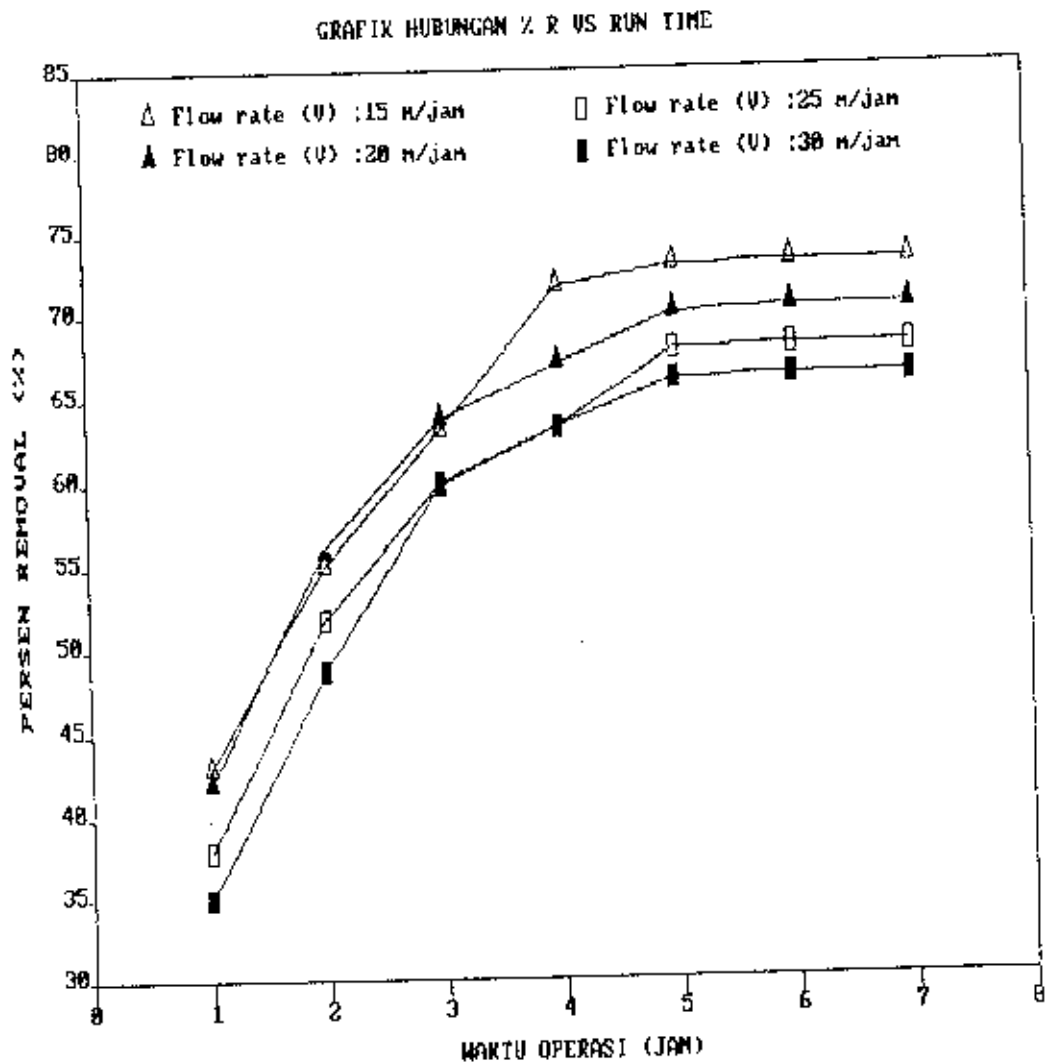
GRAFIK 5 - 8 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $SiO_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

4. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Kek<sub>er</sub>uhan untuk ES: 1,10 mm, dan konsentrasi kekeruhan influent: 50 mg/l SiO<sub>2</sub> dengan 4 variasi perubahan tebal media.

Dari grafik 5-9 sampai 5-12 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

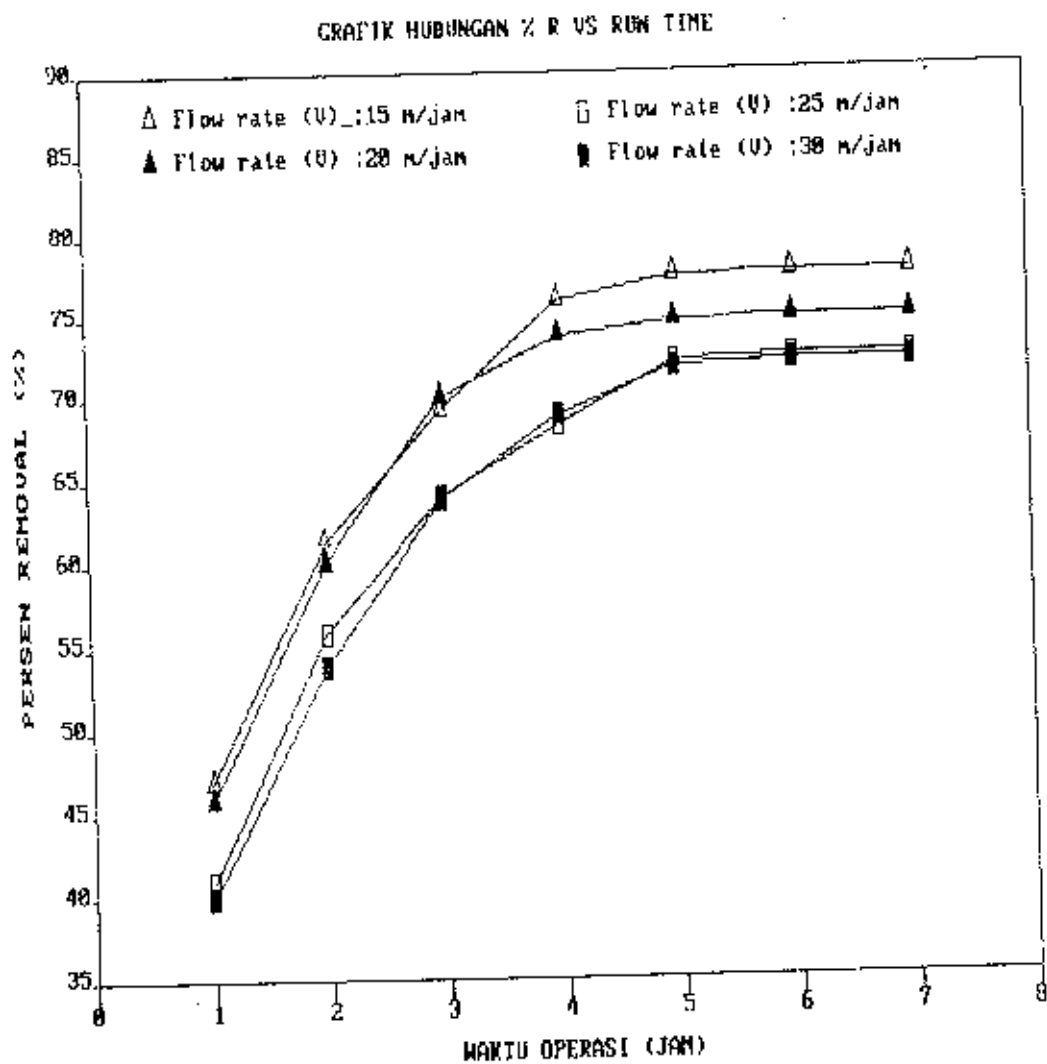
- Pada grafik 5-9 , untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 43-73 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 42-70,2 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 38-68 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 35-66,2 %.
- Pada grafik 5-10, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 47 - 77,6 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 45,8-74,8 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 41-72,4 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 40-72 %.
- Pada grafik 5-11, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 52 - 81,8 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 49,2-79,2 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 45,2-77,6%, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 43-76,4 %.

- Pada grafik 5-12, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 55 - 82,6 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 52,8-79,8 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 49,8-78,4 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 48-76,8 %.
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 1,10 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan persen removal yang terbaik (optimum) yaitu 73 - 82,6 %.

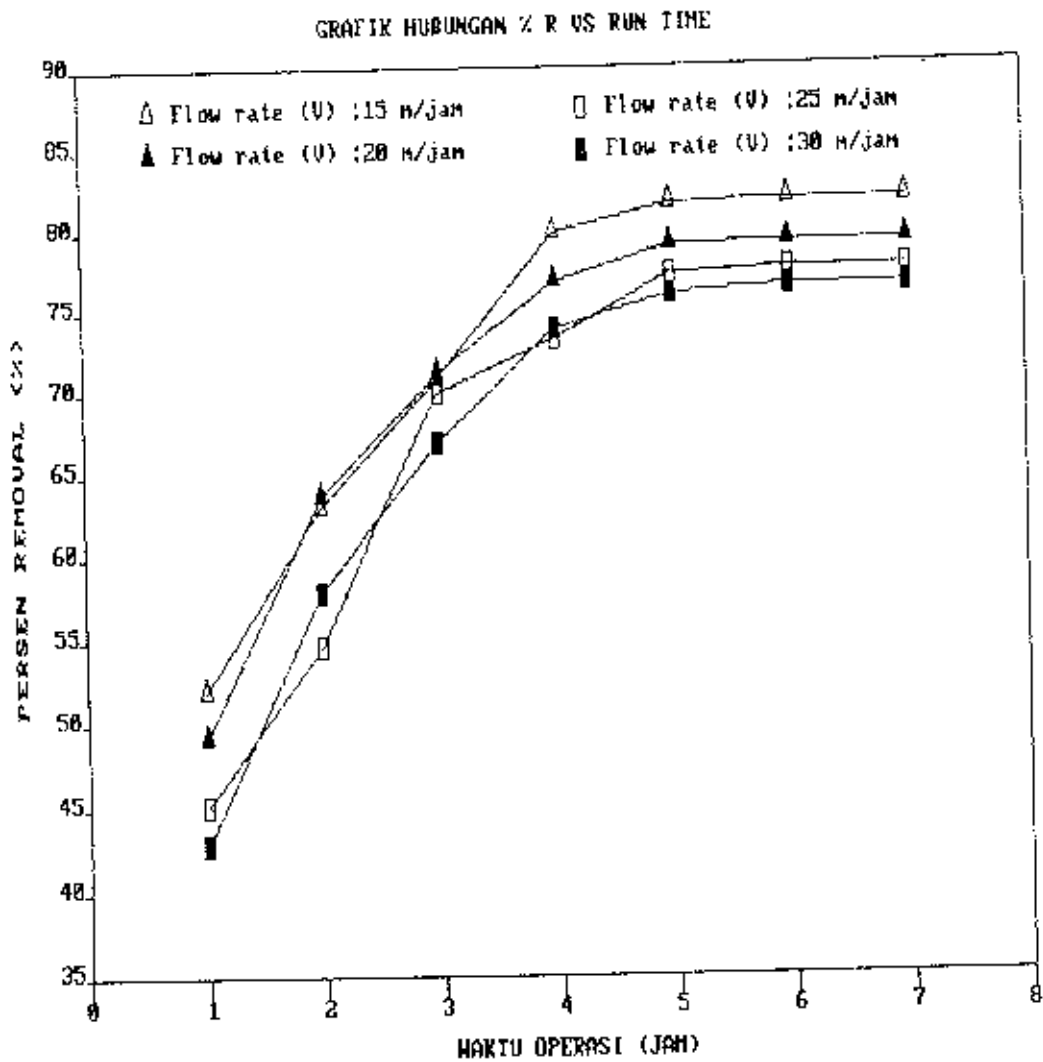


GRAFIK 5 - 9 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

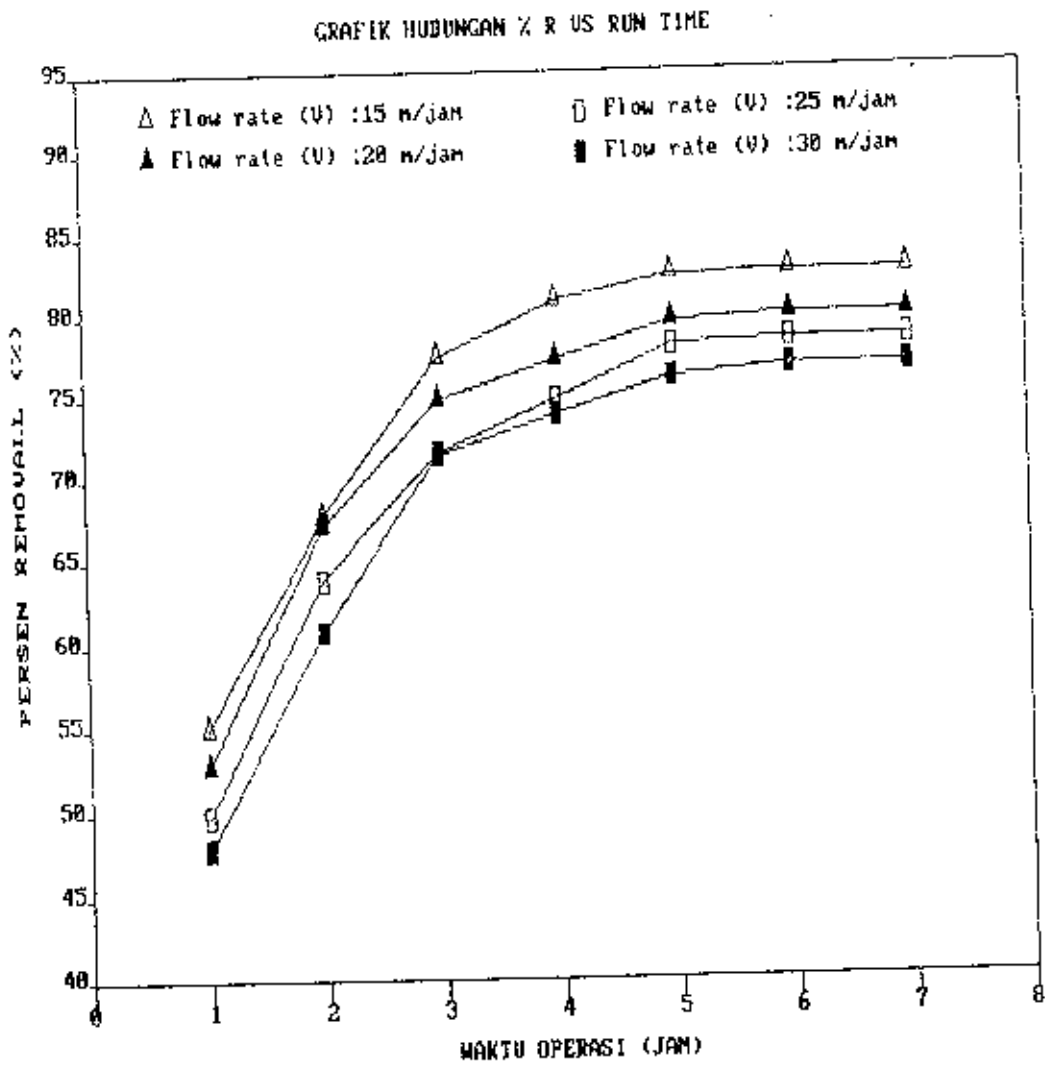




GRAFIK 5 - 10 : Hubungan Persen Removal Kekerusuhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 64 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 11 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



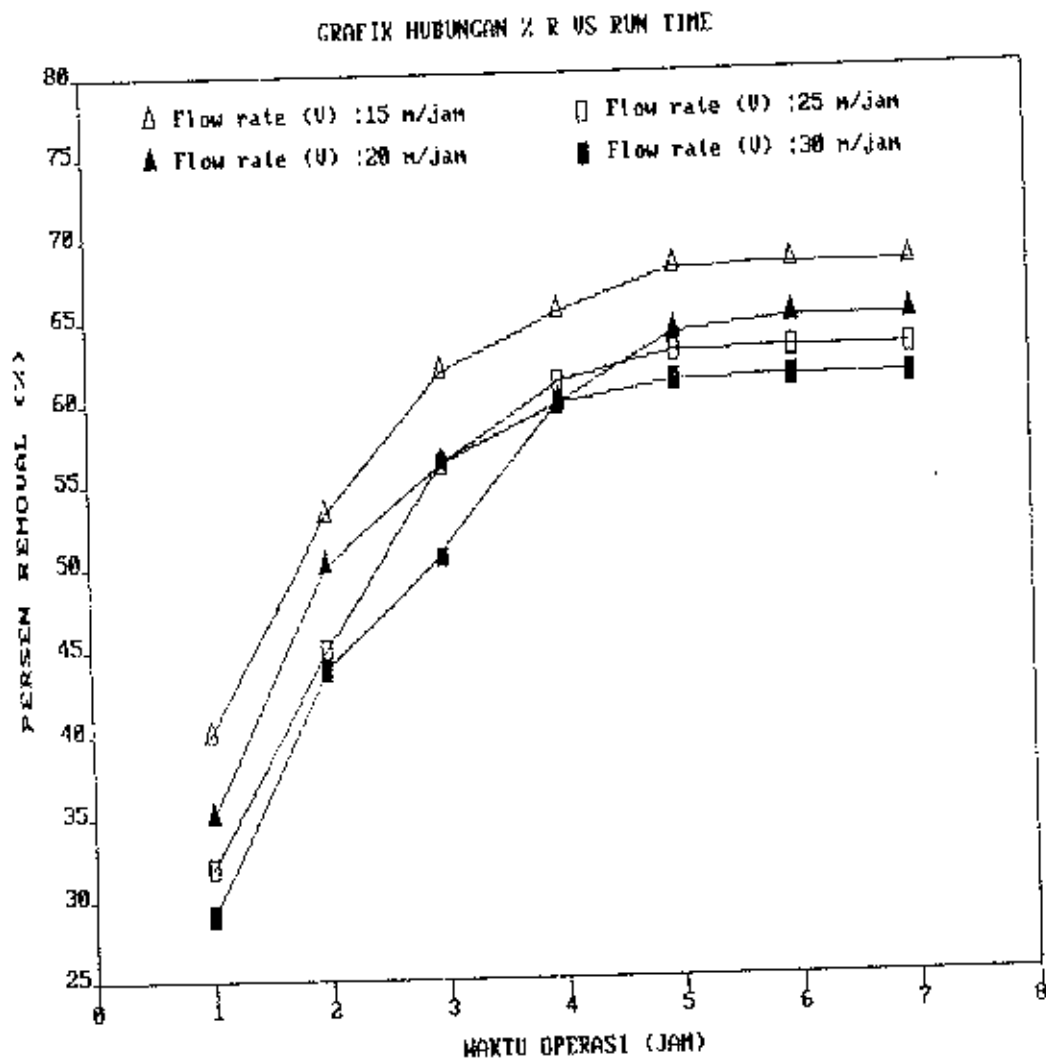
GRAFIK 5 - 12 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

5. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Kek<sub>e</sub>ruhan untuk ES: 1,35 mm, dan konsentrasi kekeruhan influent: 50 mg/l SiO<sub>2</sub> dengan 4 variasi perubahan tebal media.

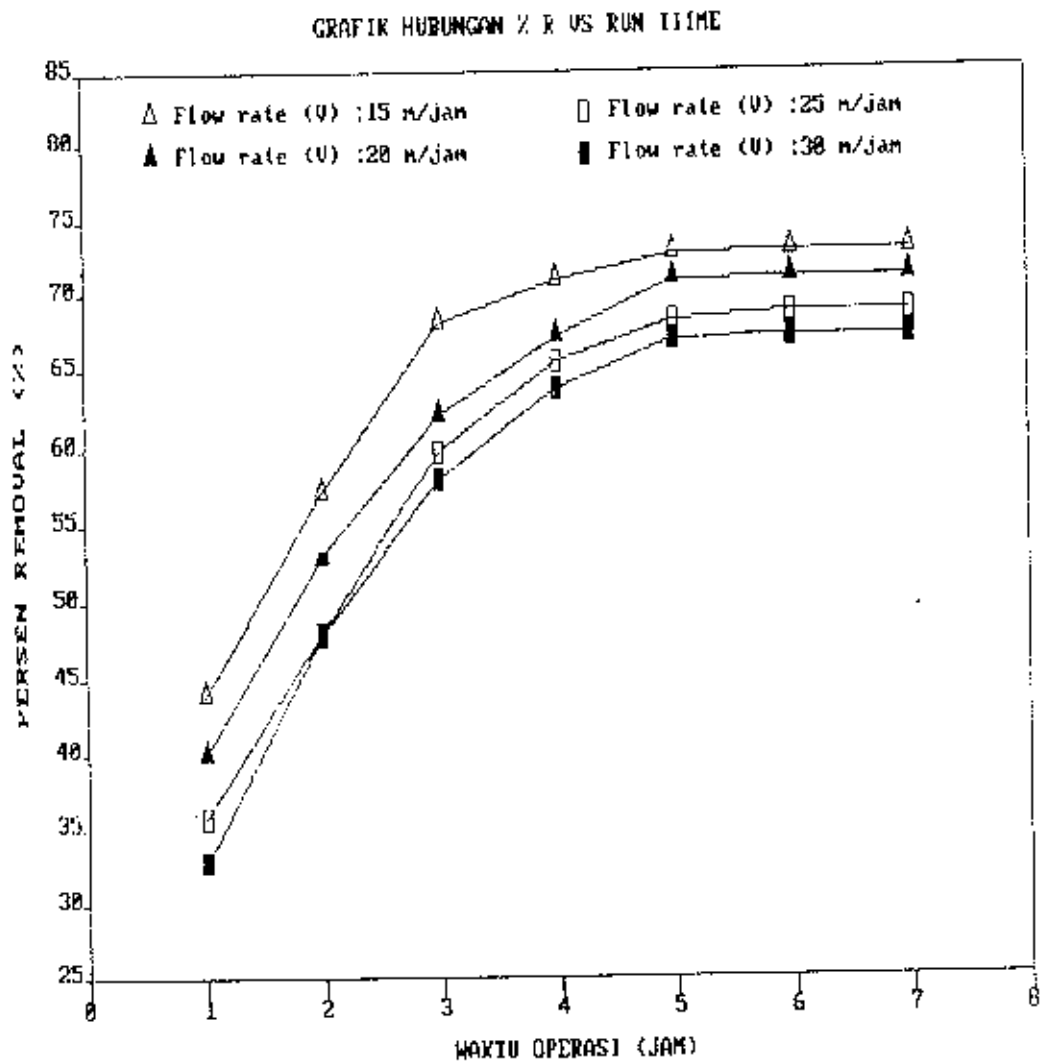
Dari grafik 5-13 sampai 5-16 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

- Pada grafik 5-13, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 40 - 68 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 35-64,8 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 32-63 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 29-61,2 %.
- Pada grafik 5-14, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 43,8 - 72,8 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 40-71 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 35,8-68,8 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 32,8-67,2 %.
- Pada grafik 5-15, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 47 - 78 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 43,8-76,2 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 38,8-72 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 40-68,8 %.

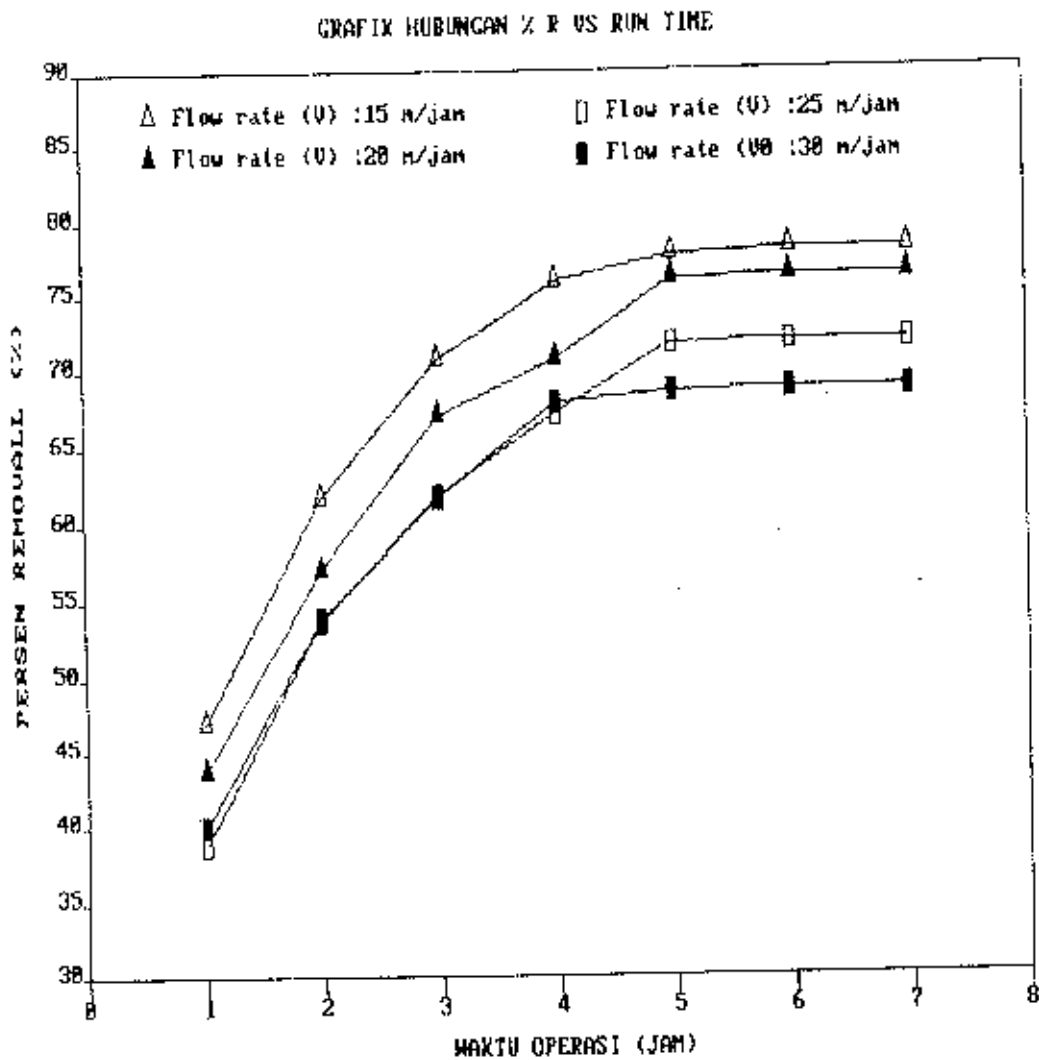
- Pada grafik 5-16, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter ( $t=1$  jam) dan akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 52 - 78,4 %. Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 48-76,6 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 44-72,8 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 44-69,2 %.
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 0,70 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan persen removal yang terbaik (optimum) yaitu 68 - 78,4 %.



GRAFIK 5 - 13 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

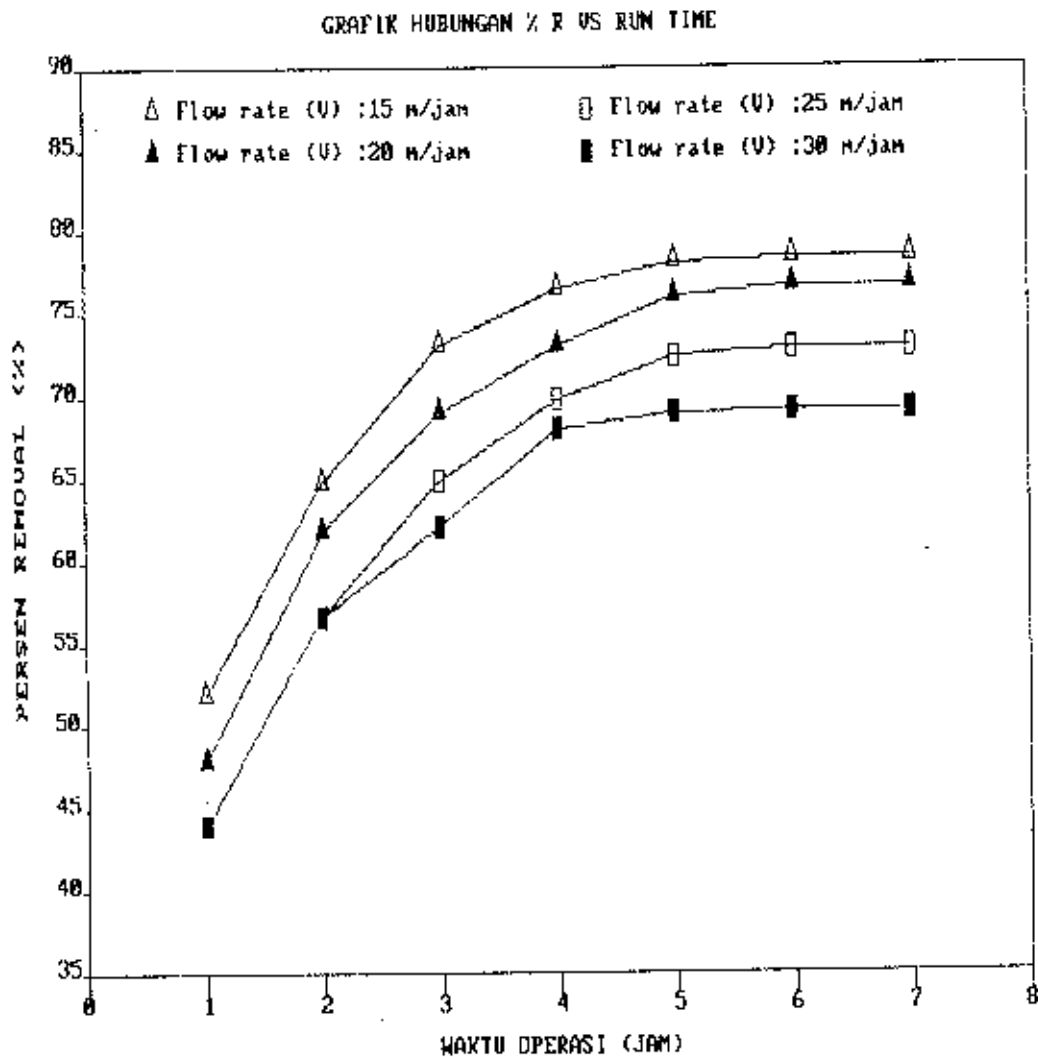


GRAFIK 5 - 14 : Hubungan Persen Removal Kekerusuhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 15 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.





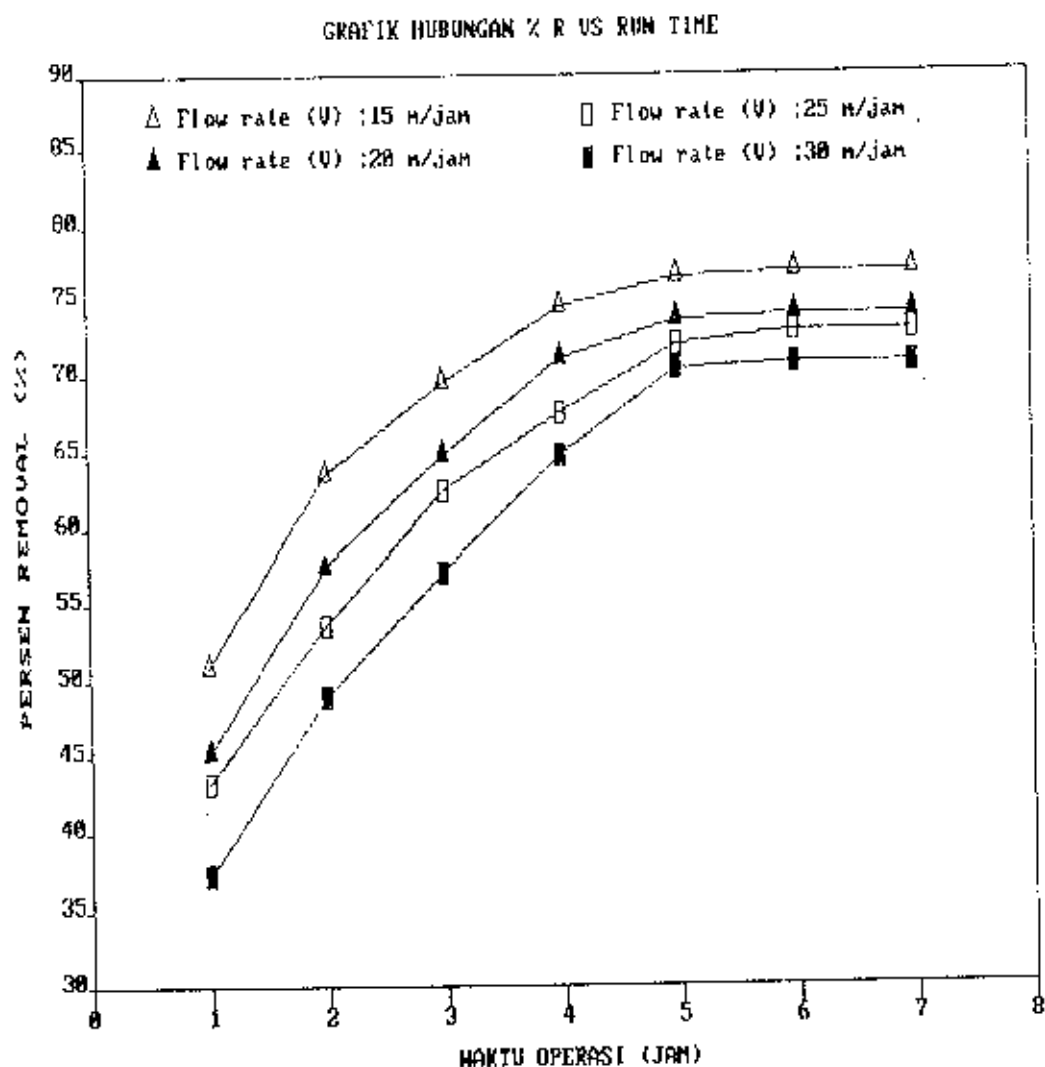
GRAFIK S - 16 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

6. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Kekerusuhan untuk ES: 0,70 mm, dan konsentrasi kekerusuhan influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> dengan 4 variasi perubahan tebal media.

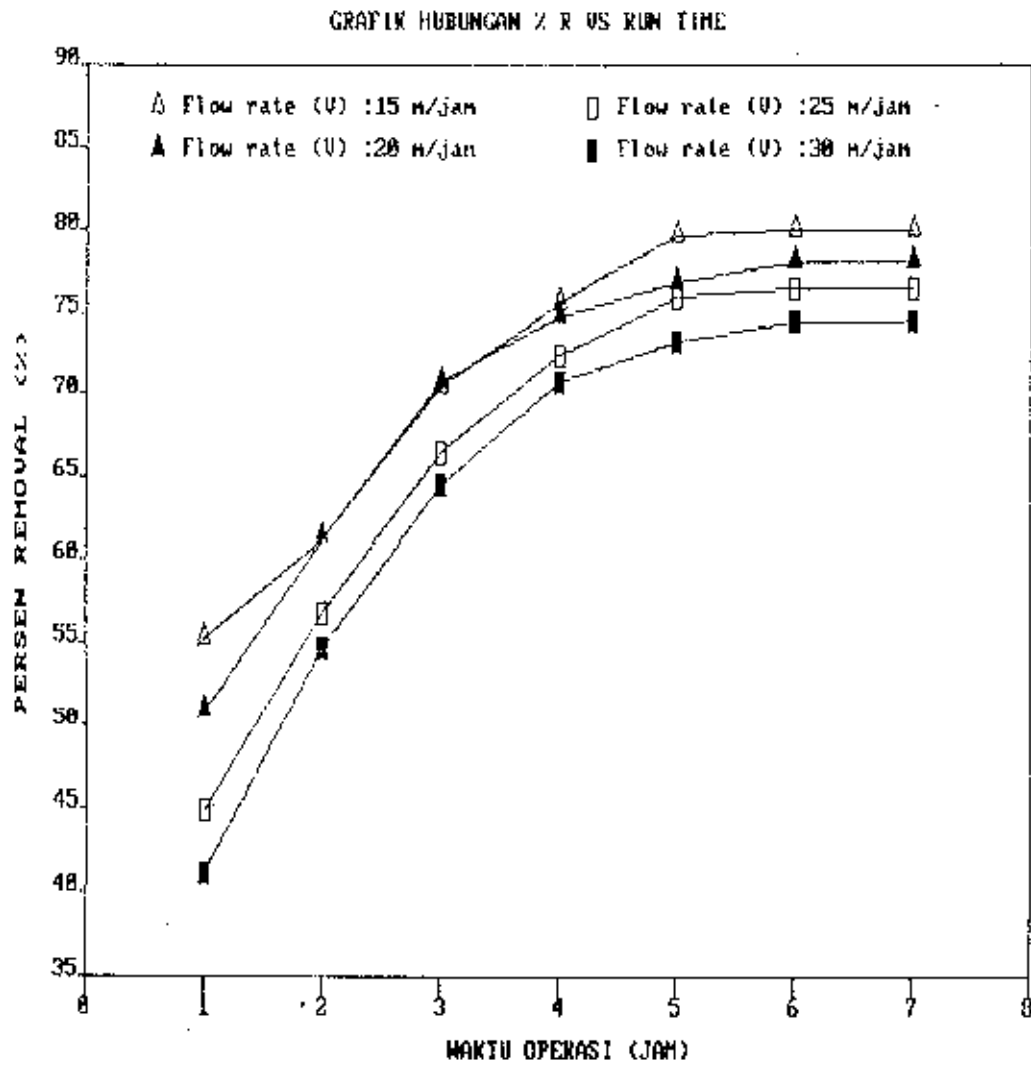
Dari grafik 5-17 sampai 5-20 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

- Pada grafik 5-17, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekerusuhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 50,8 - 76,8 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 45,2-74 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 43,2-72,8 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 37,2-70,8 %.
- Pada grafik 5-18, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekerusuhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 55,2 - 80 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 50,8-78 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 44,8-76,4 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 41,2-74 %.
- Pada grafik 5-19, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekerusuhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 64,0 - 86,4 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 57,6-84,4 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 51,4-82,4 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 51,2-80,4%.

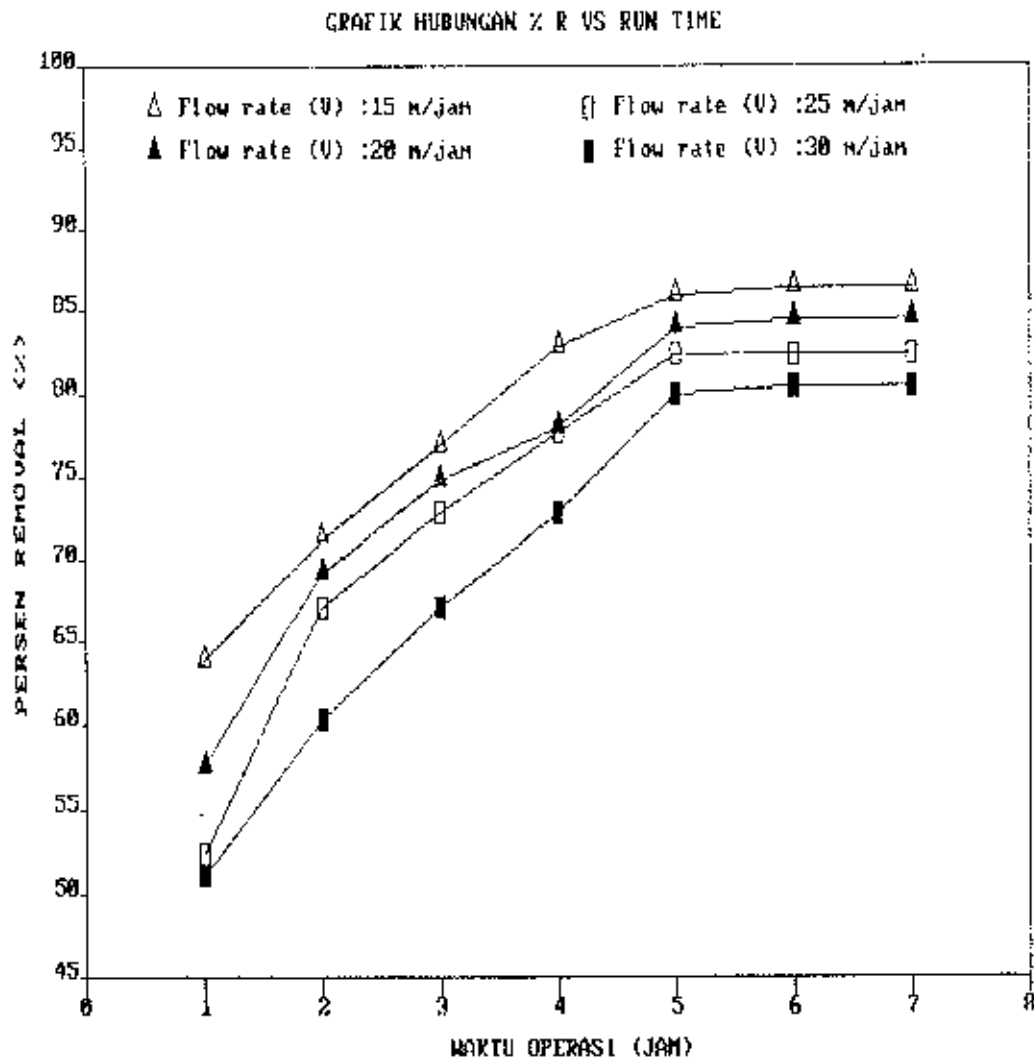
- Pada grafik 5-20, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter ( $t=1$  jam) dan akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 68,4 - 88 %. Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 64,4-85,6 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 62,4-84,0 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 59,6-82 %.
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 0,70 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan persen removal yang terbaik (optimum) yaitu 76,8 - 88,0 %.



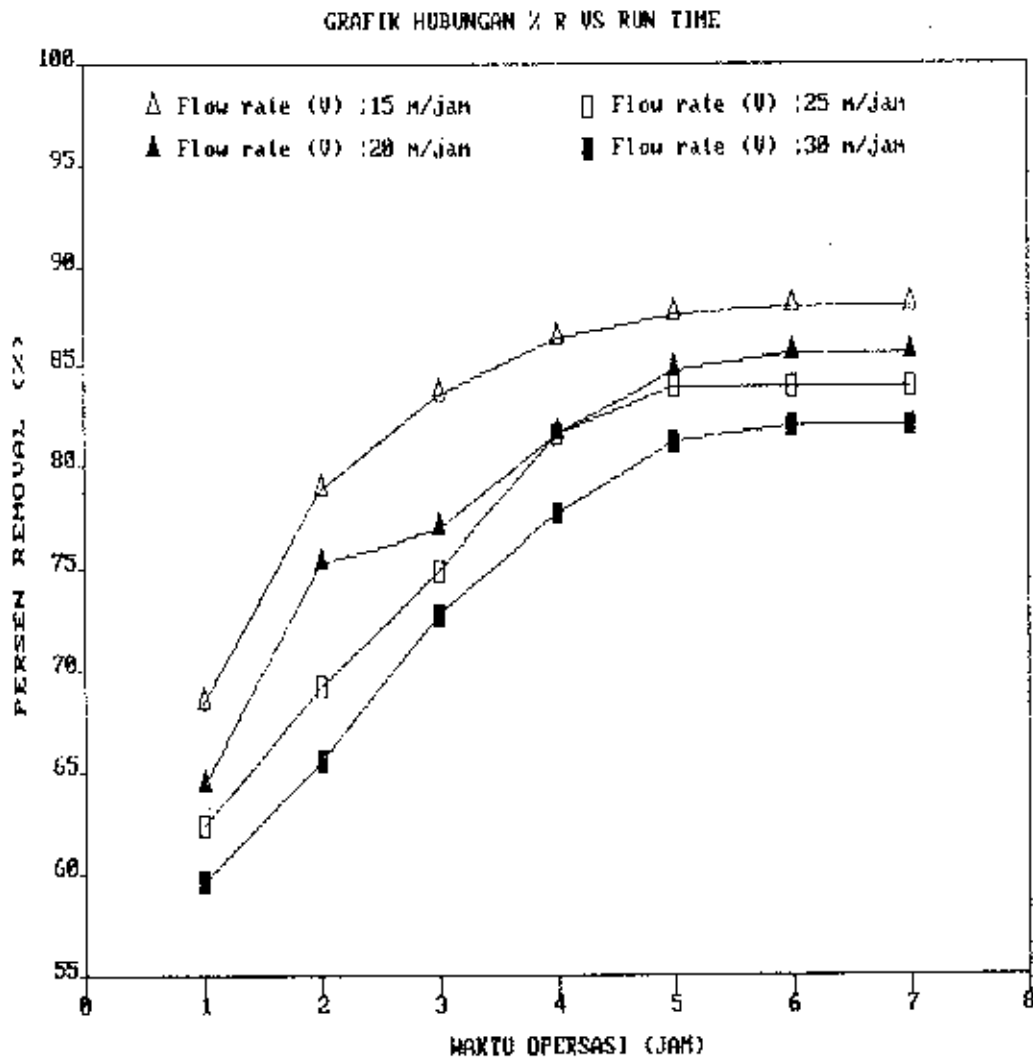
GRAFIK 5 - 17 : Hubungan Persen Removal Kekerusuhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 18 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 19 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 20 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

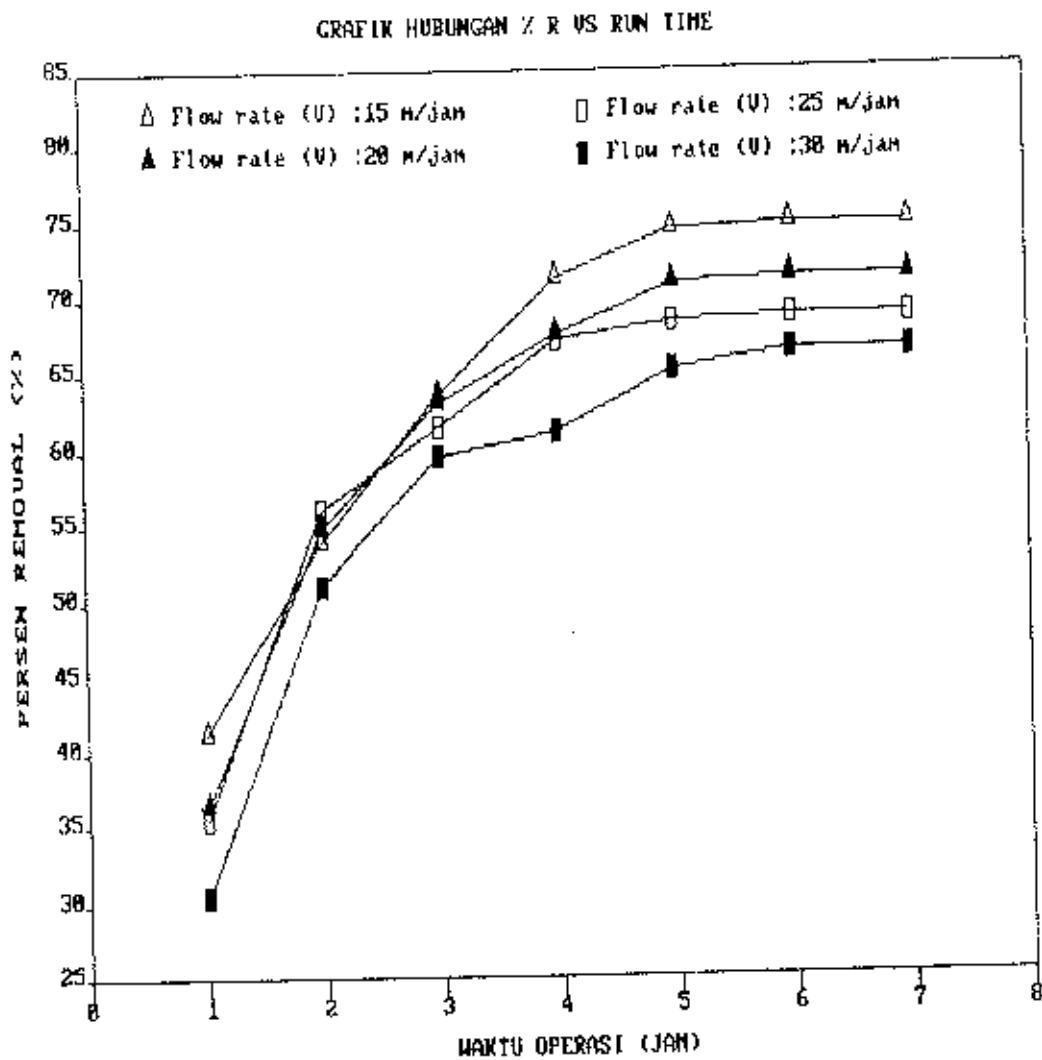
7. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Kek<sub>er</sub>uhan untuk ES: 0,92 mm, dan konsentrasi kekeruhan influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> dengan 4 variasi perubahan tebal media.

Dari grafik 5-21 sampai 5-24 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

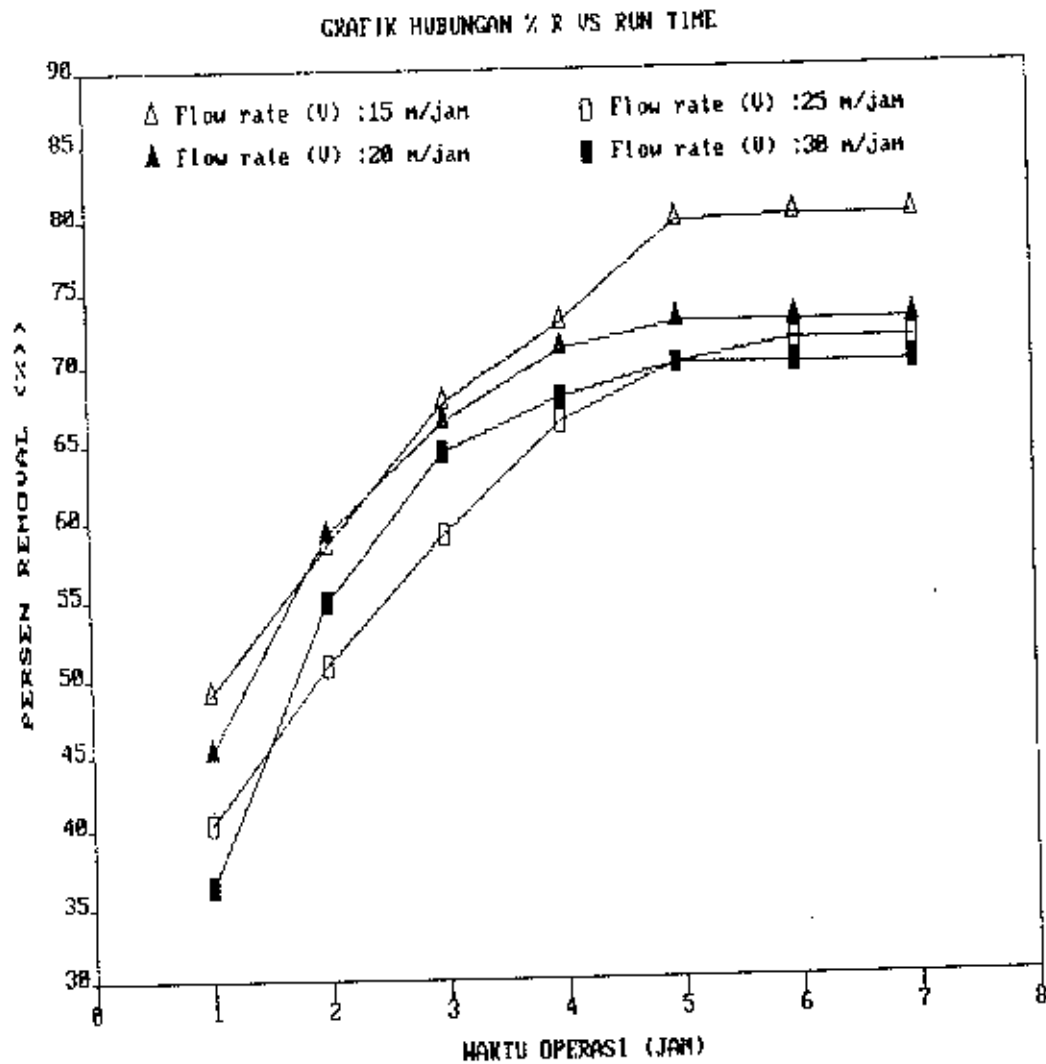
- Pada grafik 5-21, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 41,2 - 74,8 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 36,4-71,2 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 35,6-68,8 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 30,4-66,4 %.
- Pada grafik 5-22, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 48,8 - 80 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 45,2-72,8 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 40,4-71,6 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 36,4-69,6 %.
- Pada grafik 5-23, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 52,8 - 83,2 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 49,6-79,2 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 46,4-77,2 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 42-75,2 %.



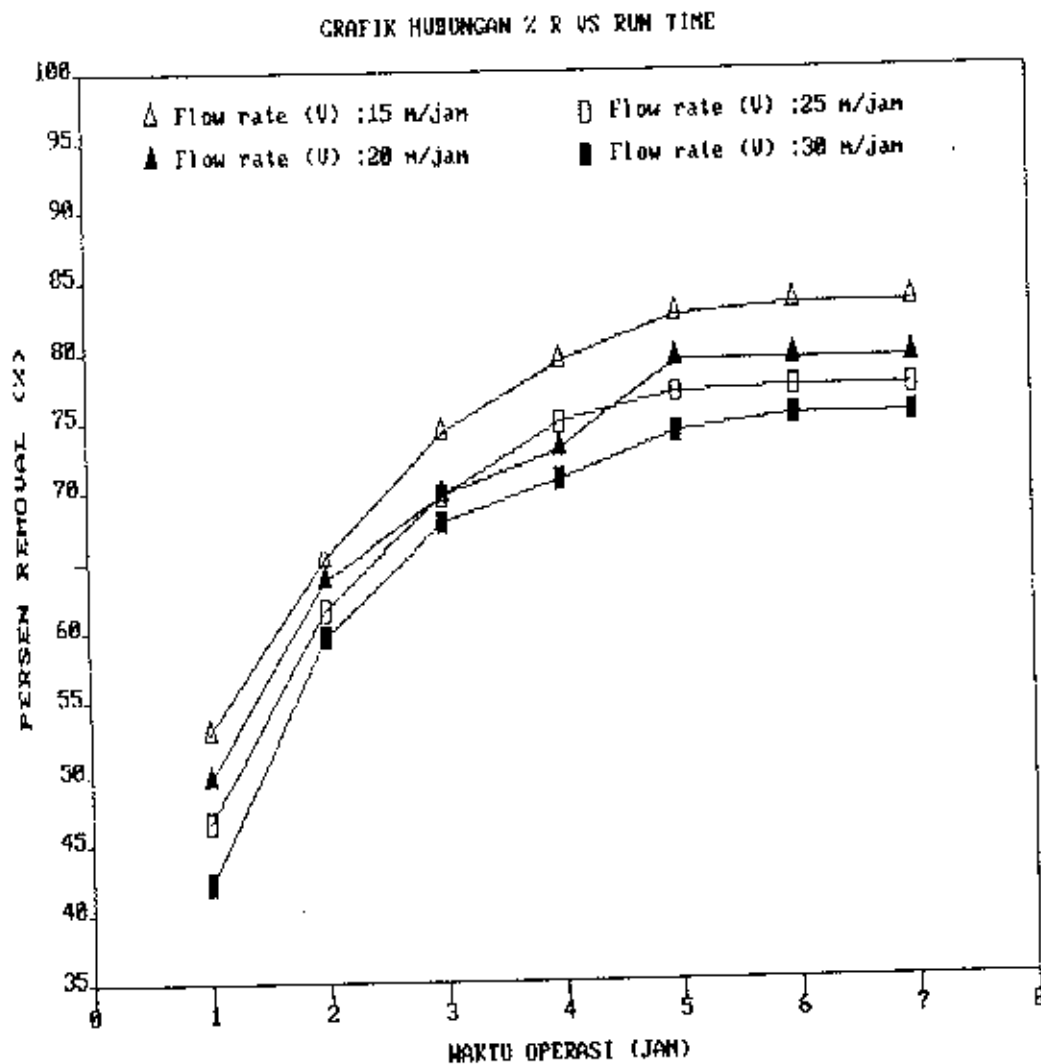
- Pada grafik 5-24, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter ( $t=1$  jam) dan akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 64,4 - 84 %. Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 59,2-81,2 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 54,8-78,4 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 52,4-76,8 %.
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 0,92 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan persen removal yang terbaik (optimum) yaitu 74,8 - 84 %.



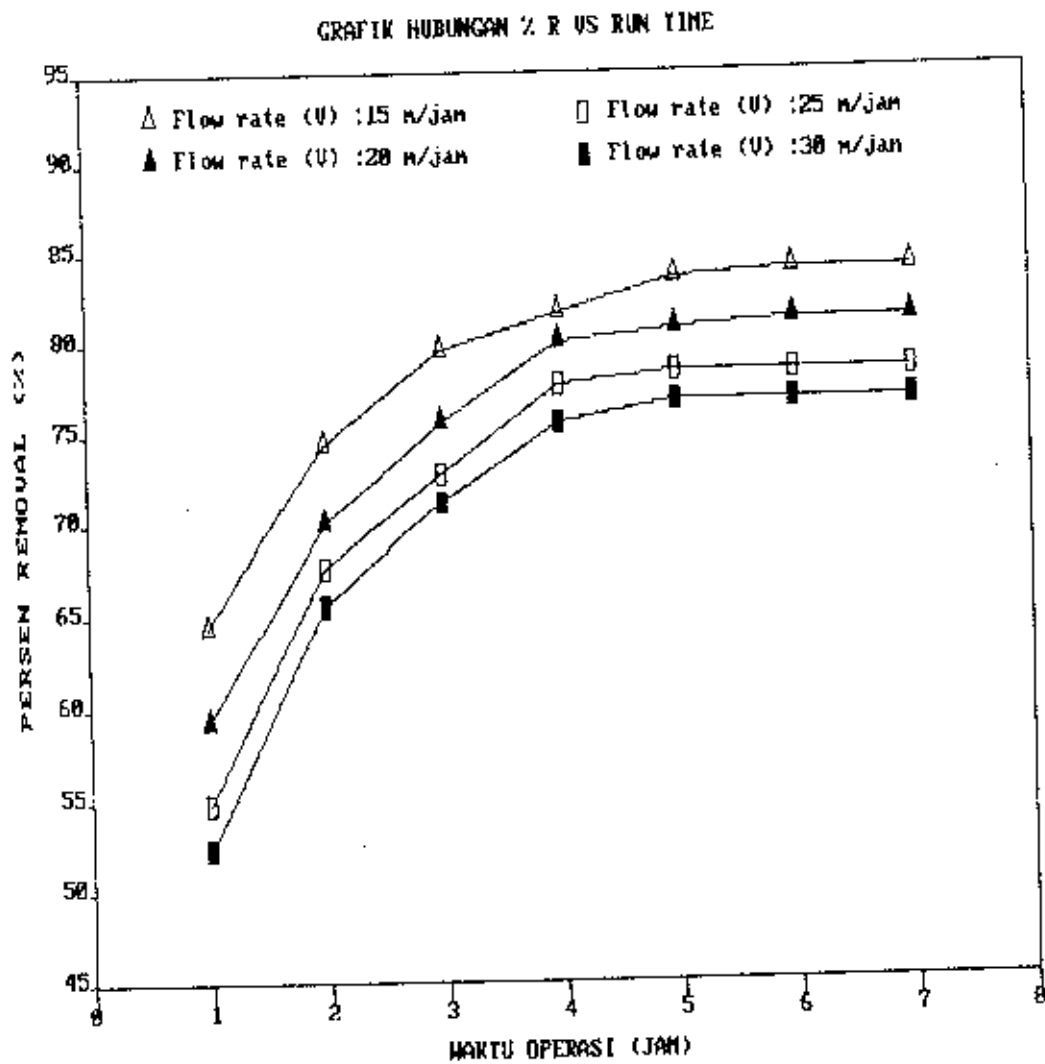
GRAFIK 5 - 21 : Hubungan Persen Removal Kekerusuhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 22 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 23 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

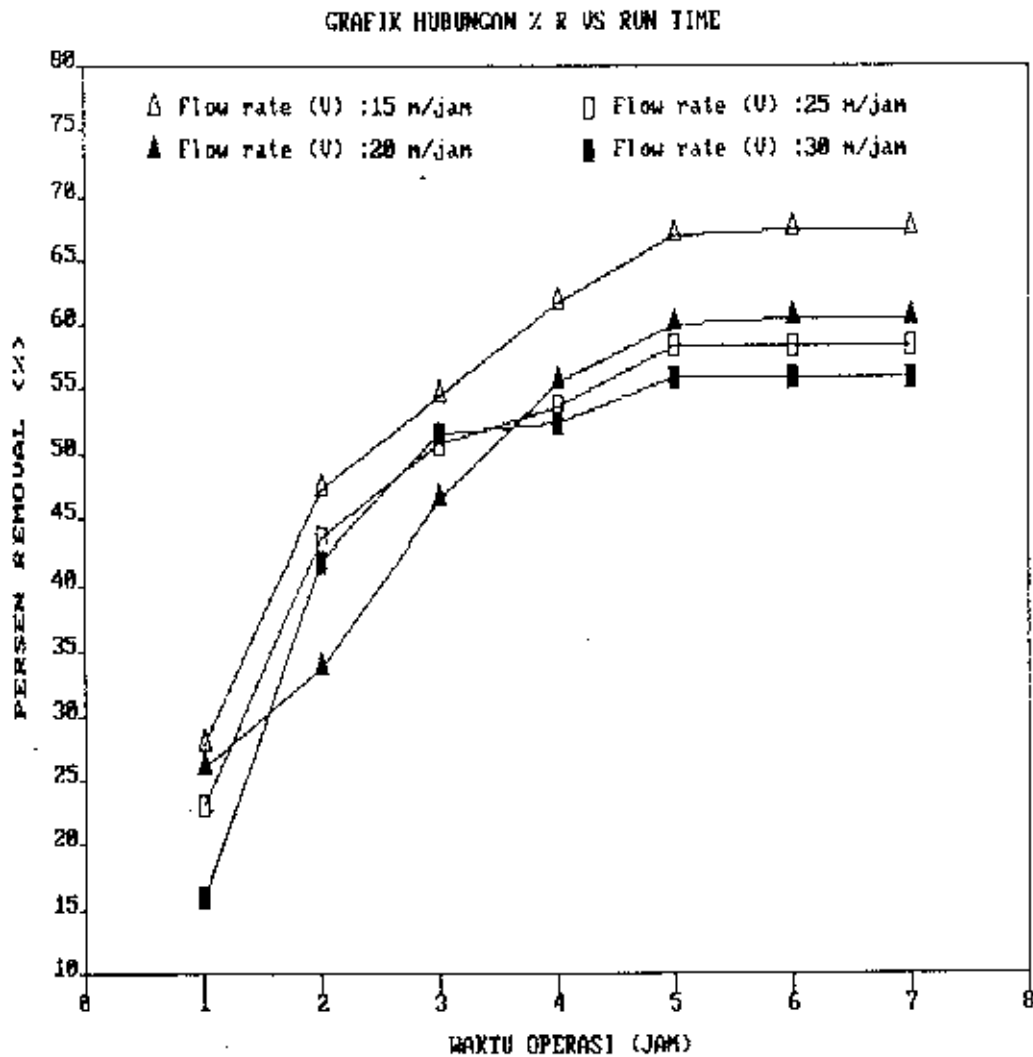


GRAFIK 5 - 24 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $SiO_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

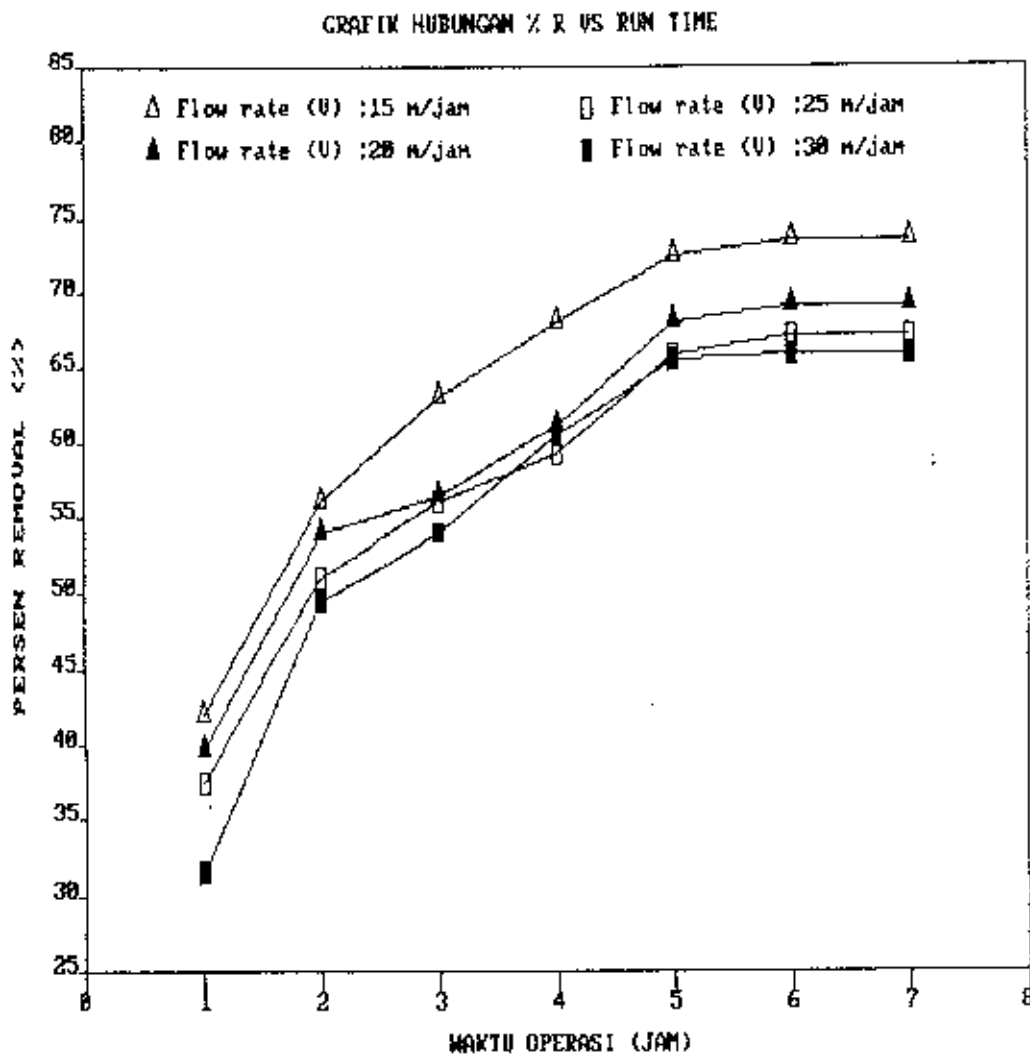
8. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Ke-  
keruhan untuk ES: 1,10 mm, dan konsentrasi kekeruhan influent:  
25 mg/l SiO<sub>2</sub> dengan 4 variasi perubahan tebal media.

Dari grafik 5-25 sampai 5-28 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

- Pada grafik 5-25, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 28,8 - 67,2 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 26-60,4 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 23,2-58,4%, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 16-58 %.
- Pada grafik 5-26, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 42 - 73,6 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 39,6-69,2 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 37,6-67,2 % , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 31,6-66 %.
- Pada grafik 5-27, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 49,6 - 80 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 47,2-78 % , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 41,6-75,6%, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 43,6-74 %.

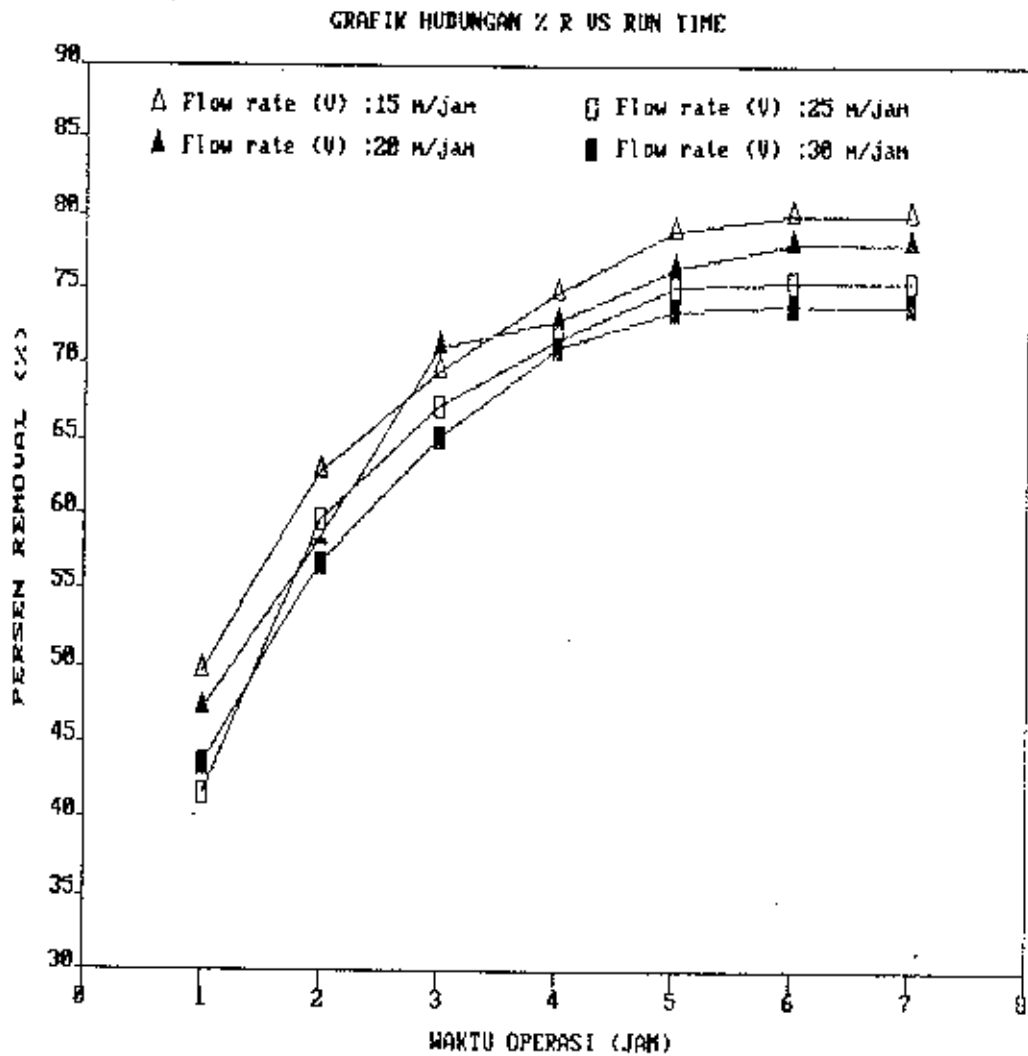


GRAFIK 5 - 25 : Hubungan Persen Removal Kekerusan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

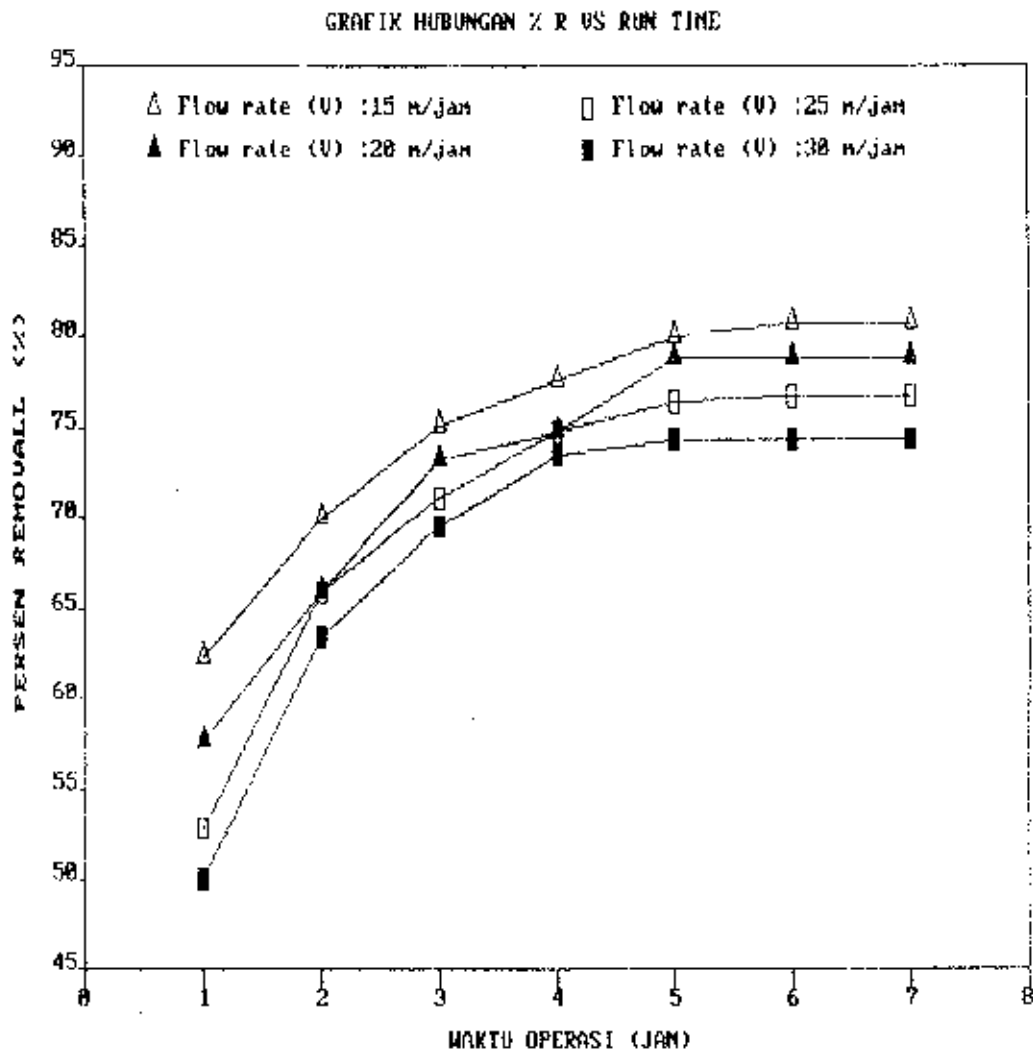


GRAFIK 5 - 26 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.





GRAFIK 5 - 27 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



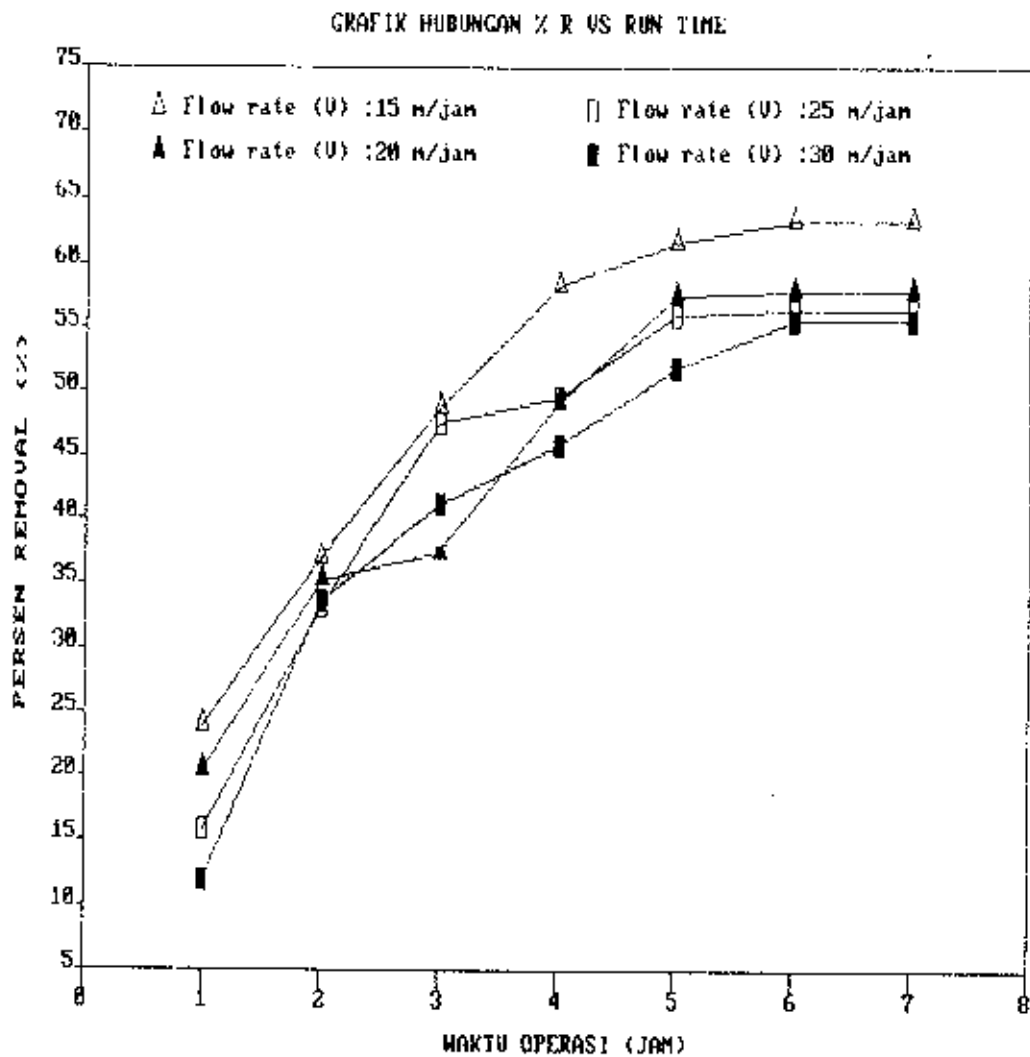
GRAFIK 5 - 28 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

9. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Kekeruhan untuk ES: 1,35 mm, dan konsentrasi kekeruhan influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> dengan 4 variasi perubahan tebal media.

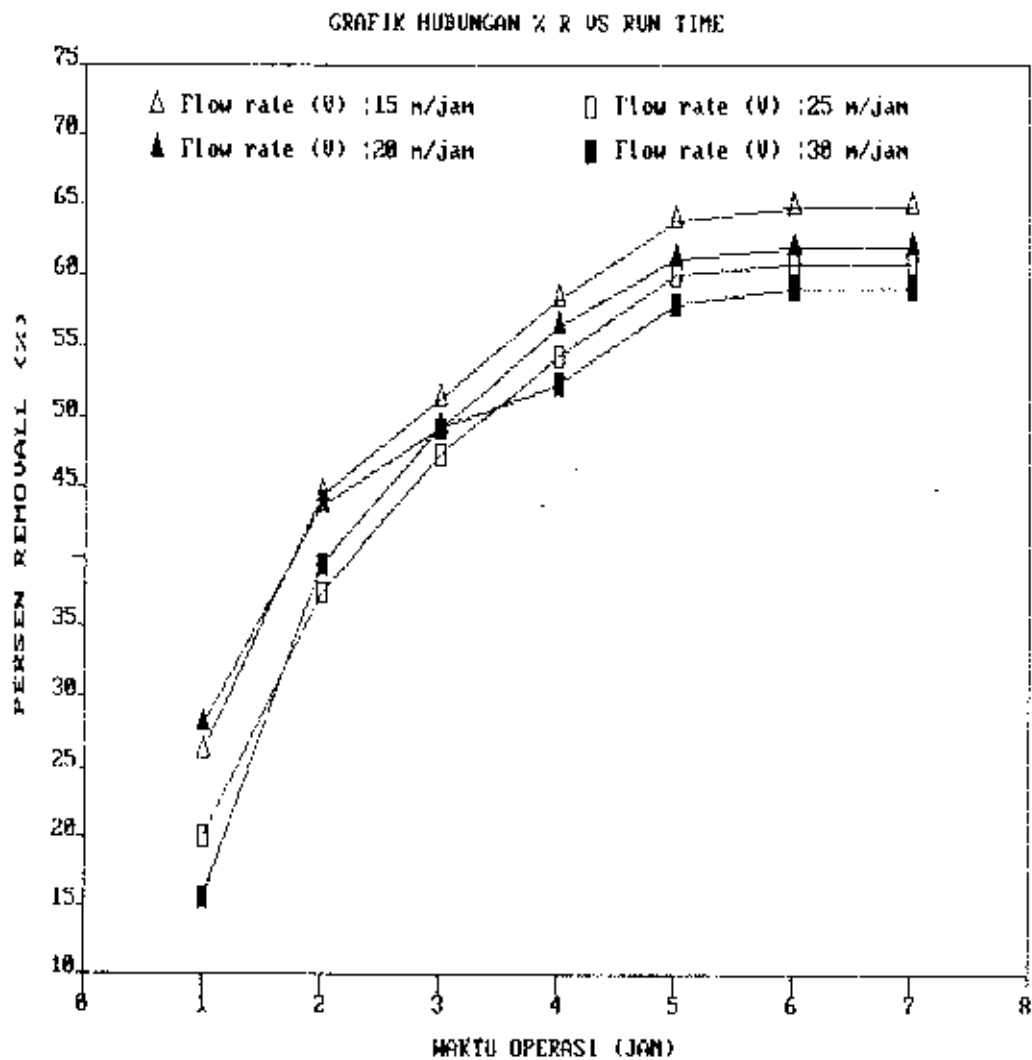
Dari grafik 5-29 sampai 5-32 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

- Pada grafik 5-29, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 24 - 63,2 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 20,4-58 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 16-58,4 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 12-55,6 %.
- Pada grafik 5-30, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 26 - 64,8 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 28-62 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 20,0-60,8 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 15,6-58,8 %.
- Pada grafik 5-31, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter (t=1 jam) dan akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar 30,8 71,2 % . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 32,8-68,4 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 26,8-65,2 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 23,2-61,2 %.

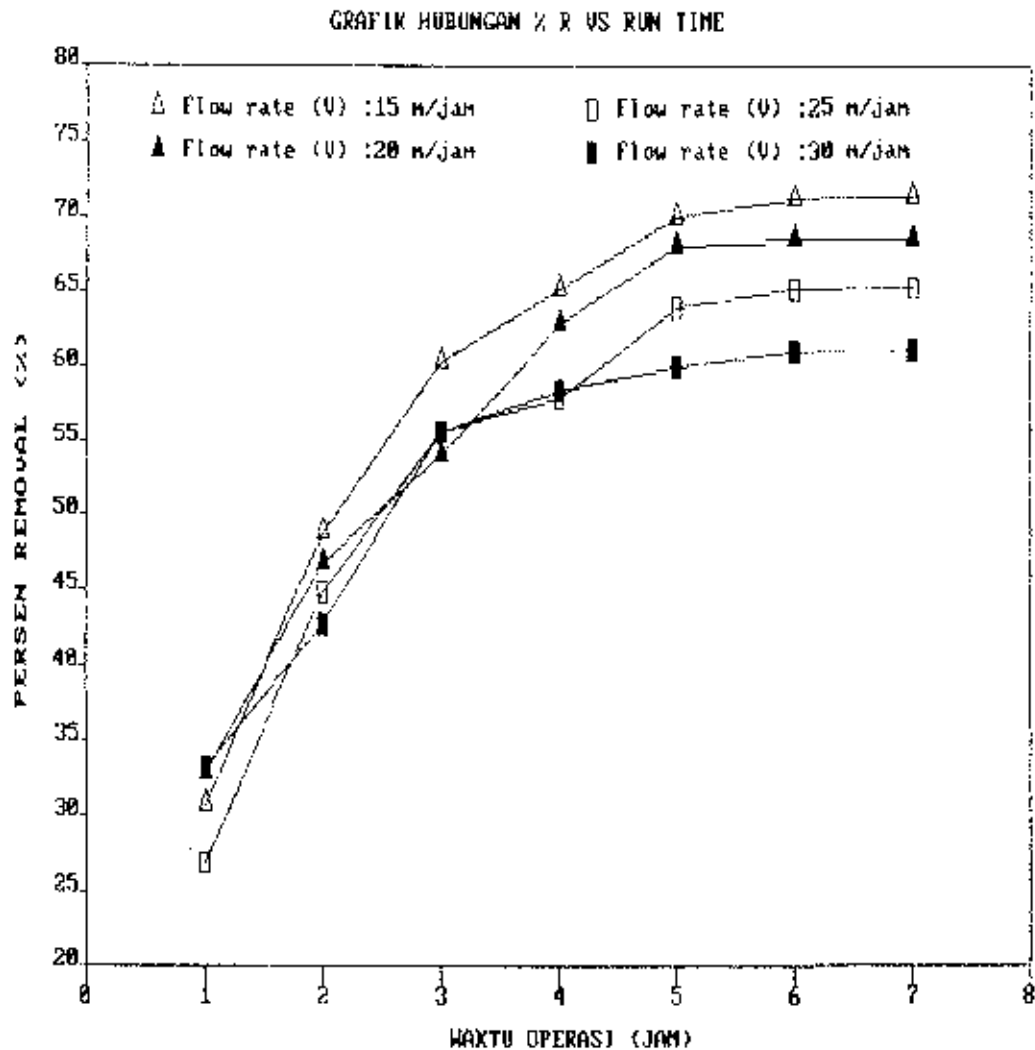
- Pada grafik 5-32, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter ( $t=1$  jam) dan akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 51,2 - 72,8 %. Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 45,2-68,8 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 42,8-66 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 36-62,8 %.
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 0,70 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan persen removal yang terbaik (optimum) yaitu 63,2 - 72,8 %.



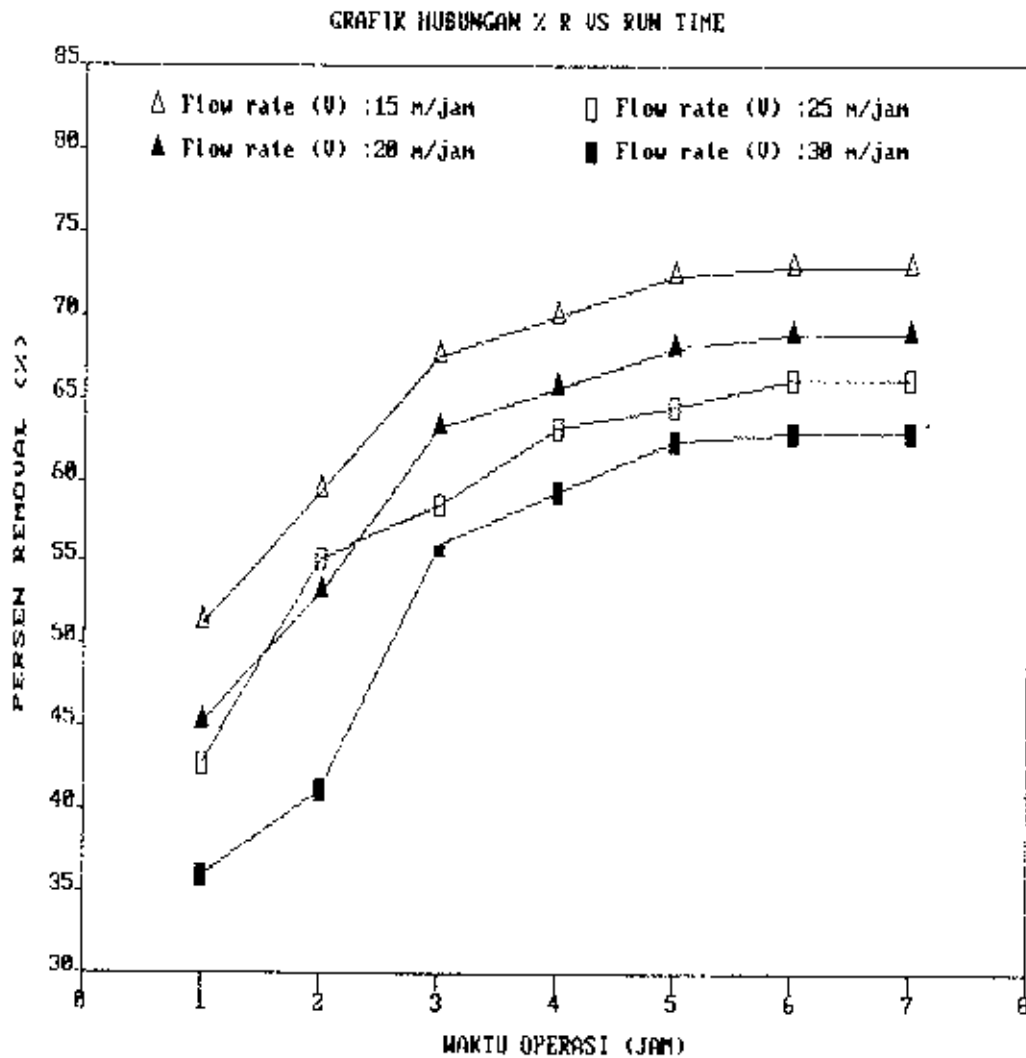
GRAFIK 5 - 29 : Hubungan Persen Removal Kekerusuhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 30 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 31 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 32 : Hubungan Persen Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



### 5.3.2 Hubungan antara Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Kekeruhan Effluent

#### 1. Umum

Pola penurunan konsentrasi effluent terhadap waktu operasi filter dapat dilihat pada grafik 5-33 s/d 5-48. Dari grafik-grafik dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

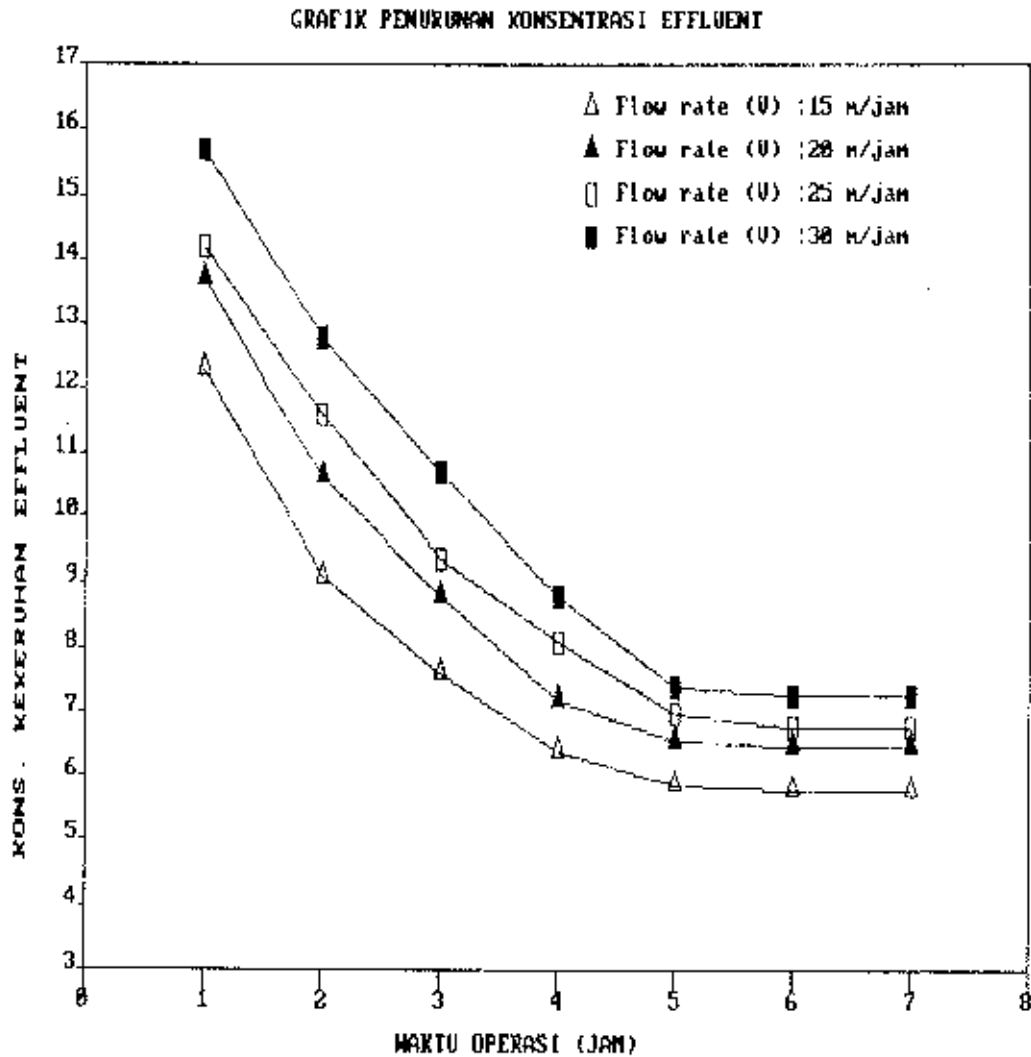
- Konsentrasi effluent pada awal operasi besar, akan semakin turun (kecil) dengan bertambahnya waktu operasi. Ini disebabkan belum terbentuk lapisan yang dapat mengefektifkan porositas media untuk proses mechanical straining pada permukaan media. Sehingga efisiensi filter masih rendah.
- Penurunan konsentrasi effluent besar berlangsung sampai waktu operasi filter 5 jam. Setelah waktu itu konsentrasi effluent akan berkurang sedikit demi sedikit atau relatif konstan.
- Pada grafik hubungan antara waktu operasi dengan konsentrasi effluent, kecepatan filtrasi 15 m/jam merupakan kecepatan filtrasi terbaik (optimum) untuk menurunkan konsentrasi effluent. Hal ini disebabkan kecepatan filtrasi 15 m/jam merupakan flow rate terkecil, sehingga waktu kontak dengan media lebih lama dan flow rate rendah. Dengan lamanya waktu kontak dengan media, maka kesempatan terbentuknya lapisan pada media lebih besar dan flow rate yang rendah akan mencegah terjadinya proses pengelupasan (detachment).

2. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Keke-  
ruhan Effluent untuk ES: 0,70 mm, dan konsentrasi kekeruhan  
influent: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  dengan 4 variasi perubahan tebal media.

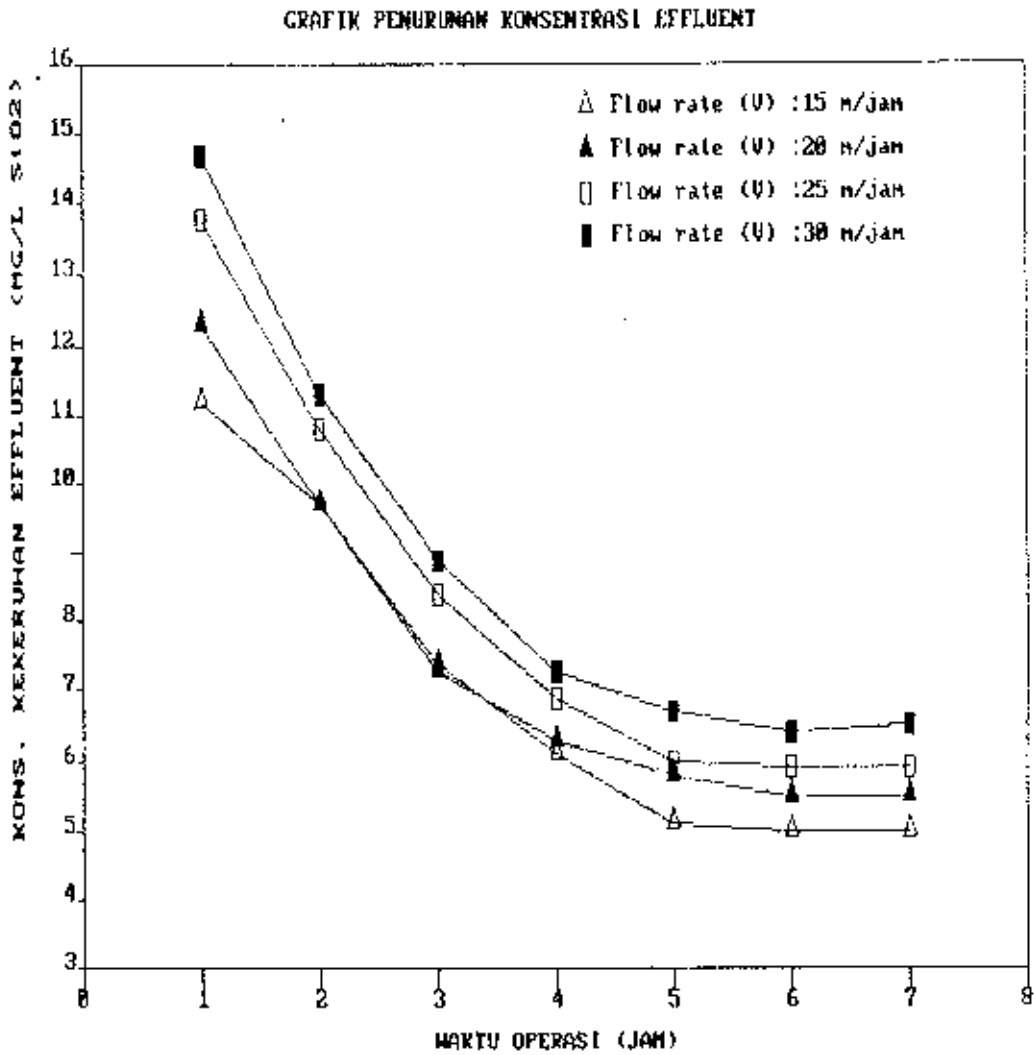
Dari grafik 5-33 sampai 5-36 dapat dilakukan beberapa analisa  
sebagai berikut :

- Pada grafik 5-33, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
12,3-5,8 mg/l  $\text{SiO}_2$  . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j  
sebesar 13,7-6,5 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam  
sebesar 14,2-6,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j  
sebesar 15,7-7,3 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Pada grafik 5-34, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
11,2-5,0 mg/l  $\text{SiO}_2$  . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j  
sebesar 12,3-5,5 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam  
sebesar 13,8-5,9 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j  
sebesar 14,7-6,5 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Pada grafik 5-35, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
9,0-3,4 mg/l  $\text{SiO}_2$  . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j

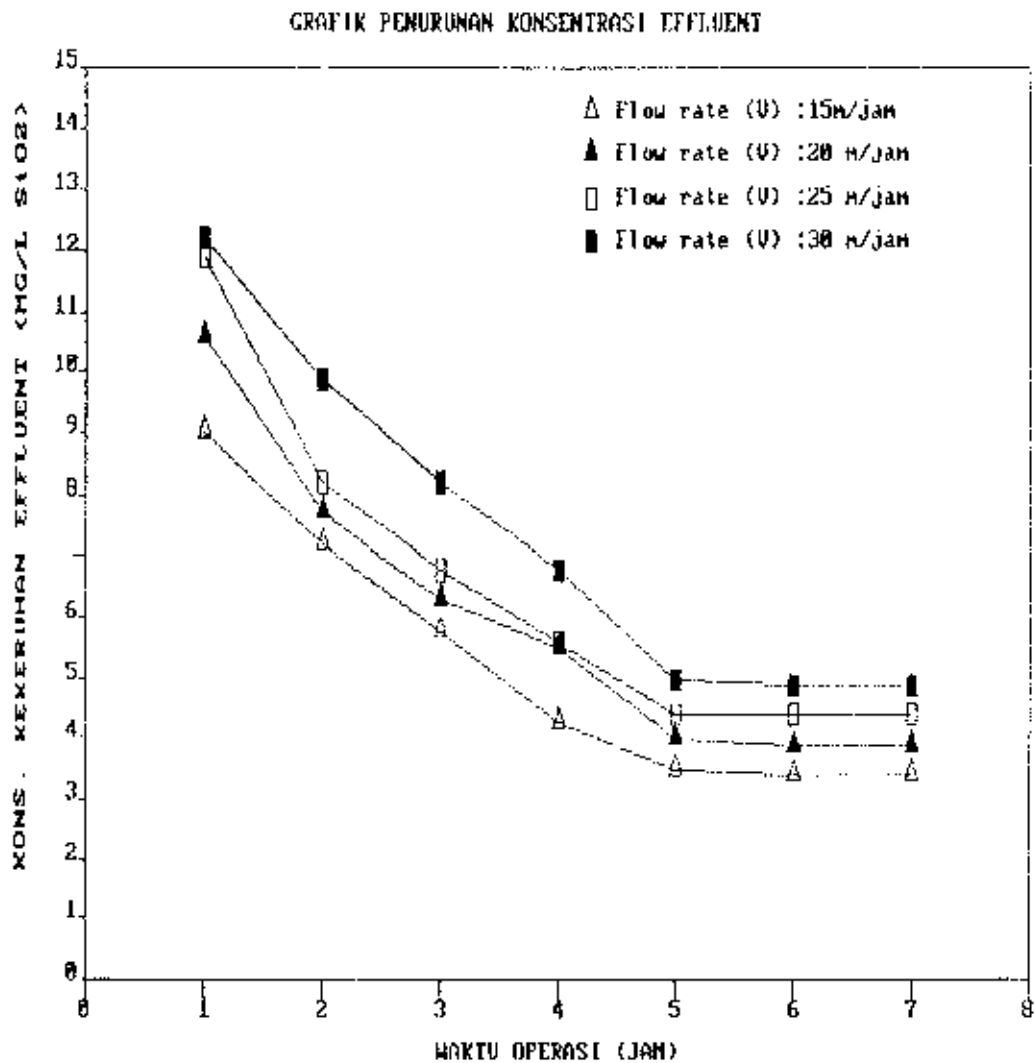
- sebesar 10,6-3,9 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam  
sebesar 11,9-4,4 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j  
sebesar 12,2-4,9 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Pada grafik 5-36, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
7,9-3,0 mg/l  $\text{SiO}_2$ . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j  
sebesar 8,9-3,6 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam  
sebesar 9,4-4,0 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j  
sebesar 10,1-4,5 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
  - Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi  
15 m/jam untuk ES: 0,70 mm pada perubahan tebal media dari 45 -  
72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan konsentrasi kekeruhan  
effluent yang terbaik (optimum) yaitu 3 - 5,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ .



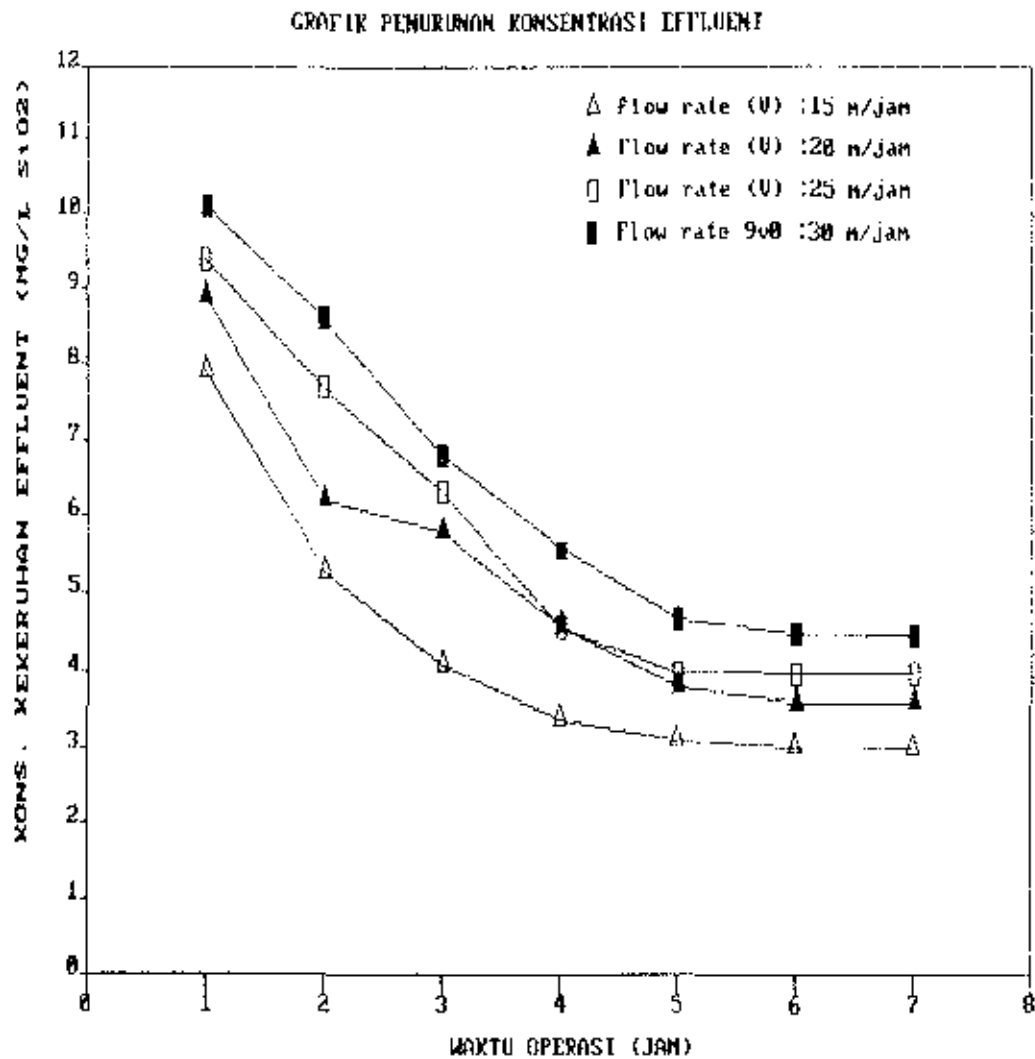
GRAFIK 5 - 33 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 34 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 35 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 36 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

3. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Keke-  
ruhan Effluent untuk ES: 0,92 mm, dan konsentrasi kekeruhan  
influent: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  dengan 4 variasi perubahan tebal media.

Dari grafik 5-37 sampai 5-40 dapat dilakukan beberapa analisa  
sebagai berikut :

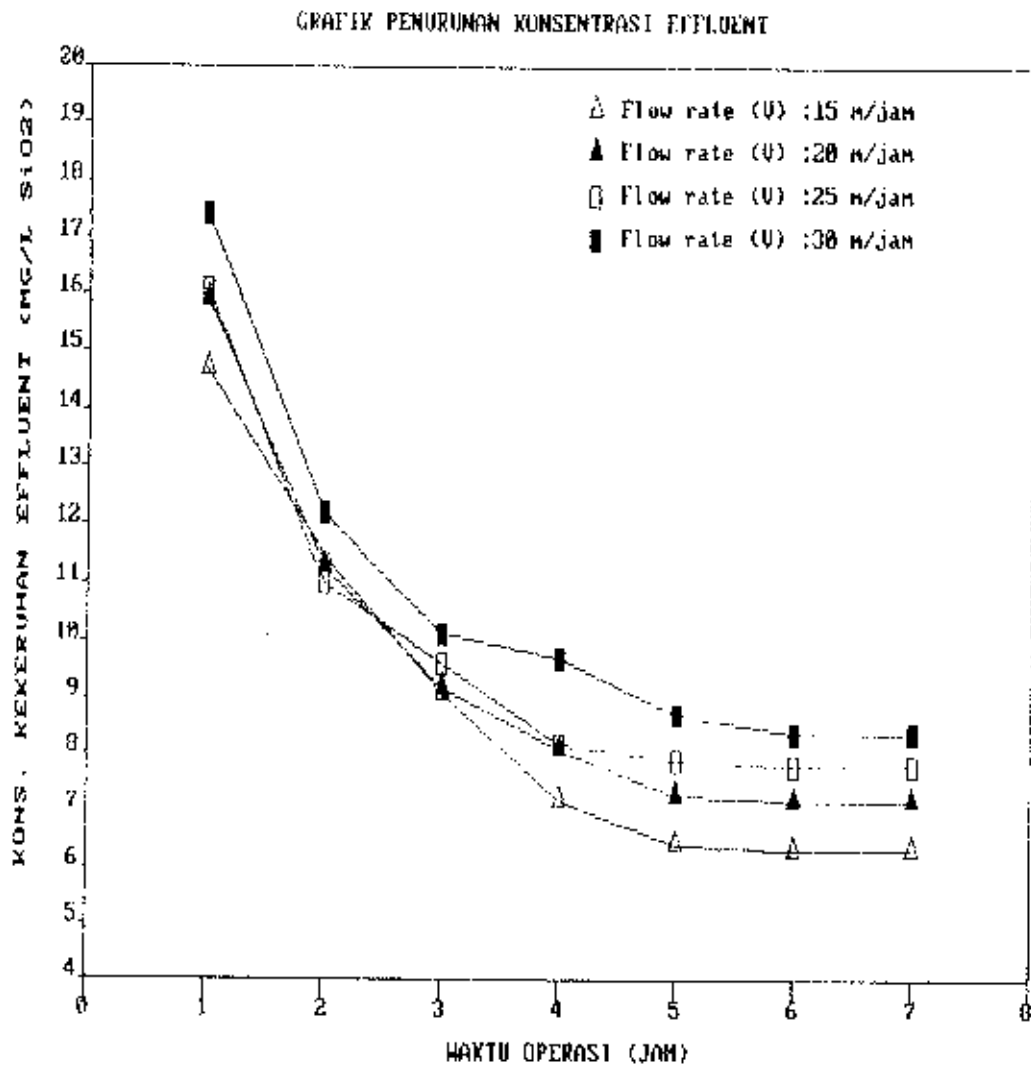
- Pada grafik 5-37, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
14,7-6,3 mg/l  $\text{SiO}_2$  . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j  
sebesar 15,9-7,2 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam  
sebesar 16,1-7,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j  
sebesar 17,4-8,4 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Pada grafik 5-38, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
12,8-5,0 mg/l  $\text{SiO}_2$  . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j  
sebesar 13,7-6,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam  
sebesar 14,9-7,1 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j  
sebesar 15,9-7,6 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Pada grafik 5-39, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
11,8-4,2 mg/l  $\text{SiO}_2$  . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j



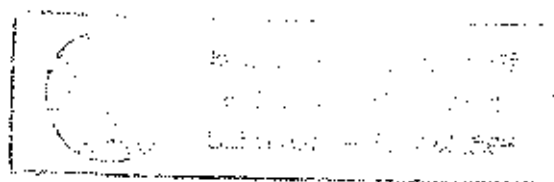
sebesar 12,6-5,2 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam sebesar 13,4-5,7 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j sebesar 14,5-6,2 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

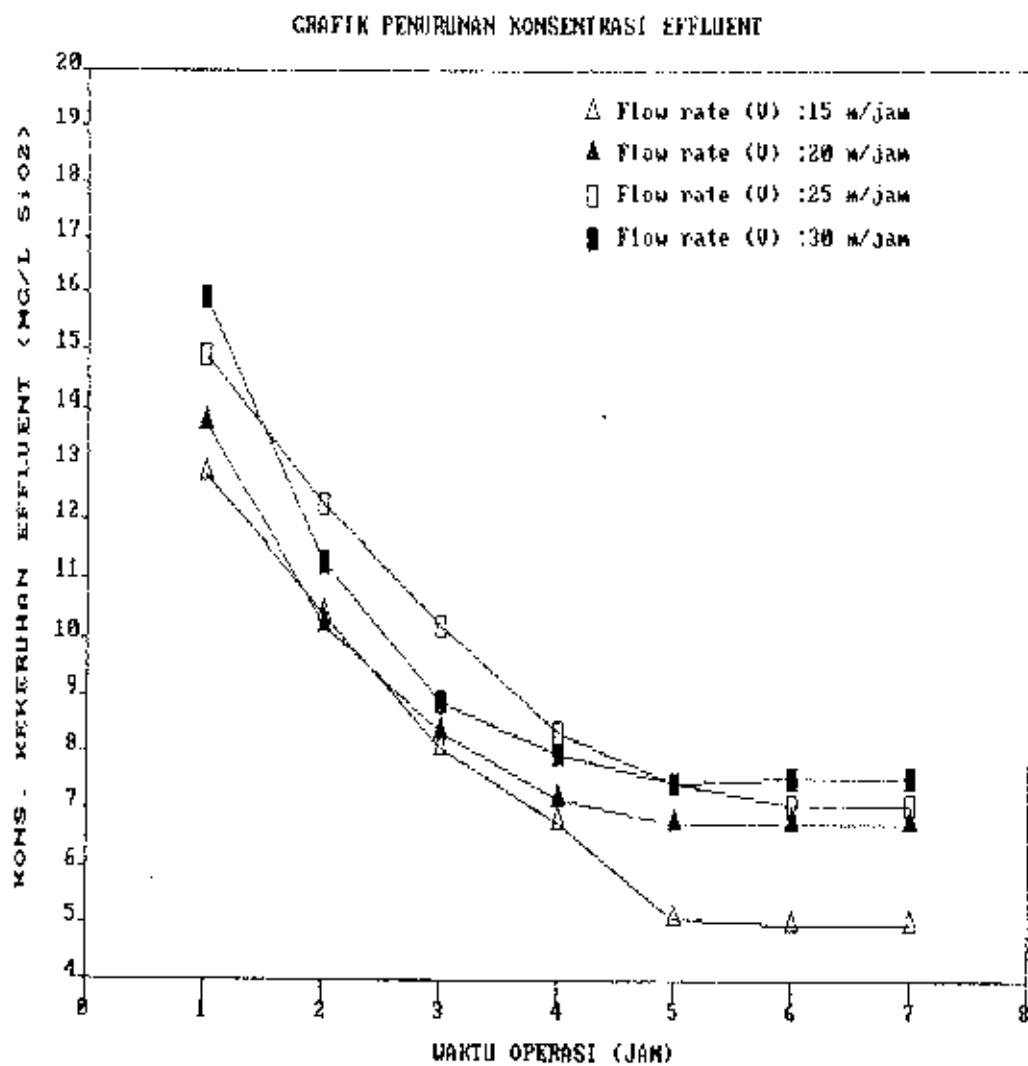
Pada grafik 5-40, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter ( $t=1$  jam) sampai akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 8,9-6,4 mg/l  $\text{SiO}_2$ . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j sebesar 10,2-4,7 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam sebesar 11,3-5,4 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j sebesar 11,9-5,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 0,92 mm pada perubahan tebal media dari 45 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent yang terbaik (optimum) yaitu 4,5 - 7,3 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

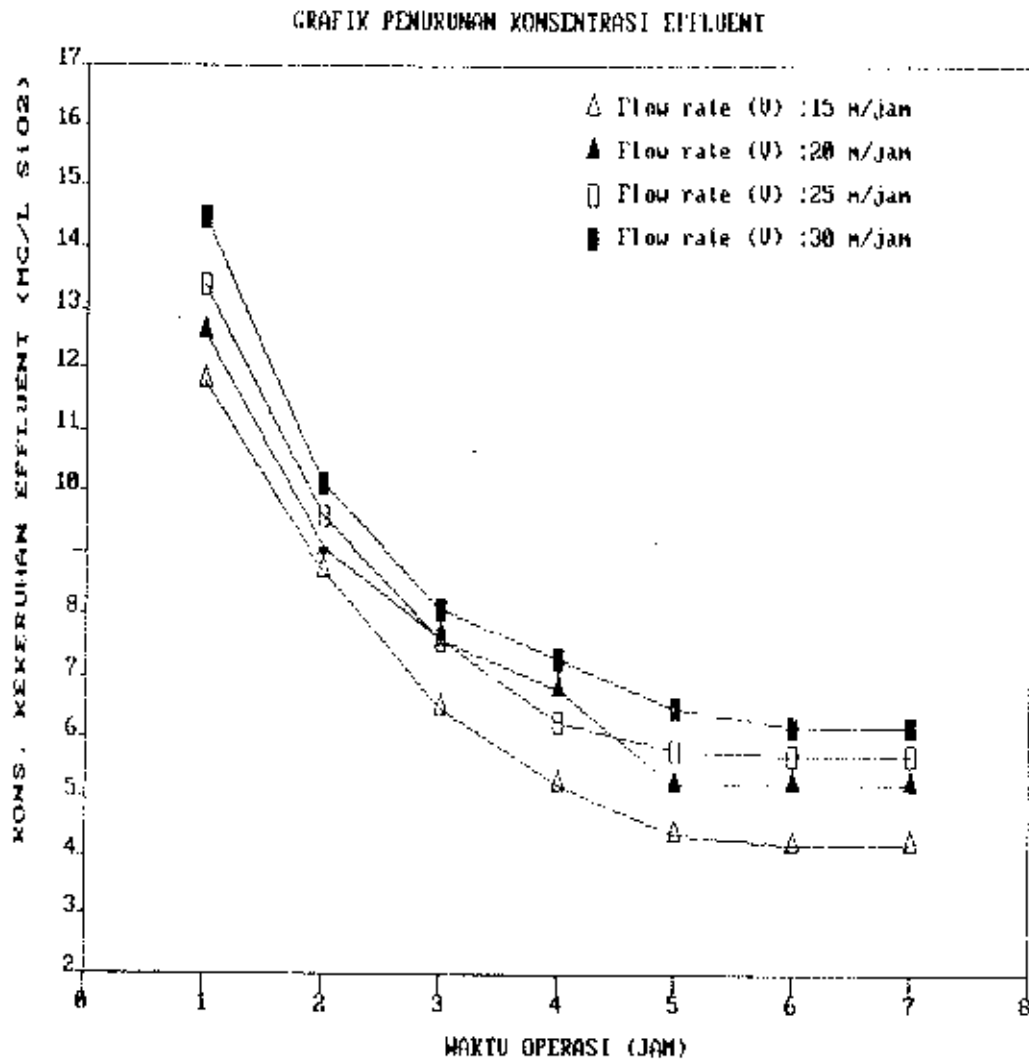


GRAFIK 5 - 37 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

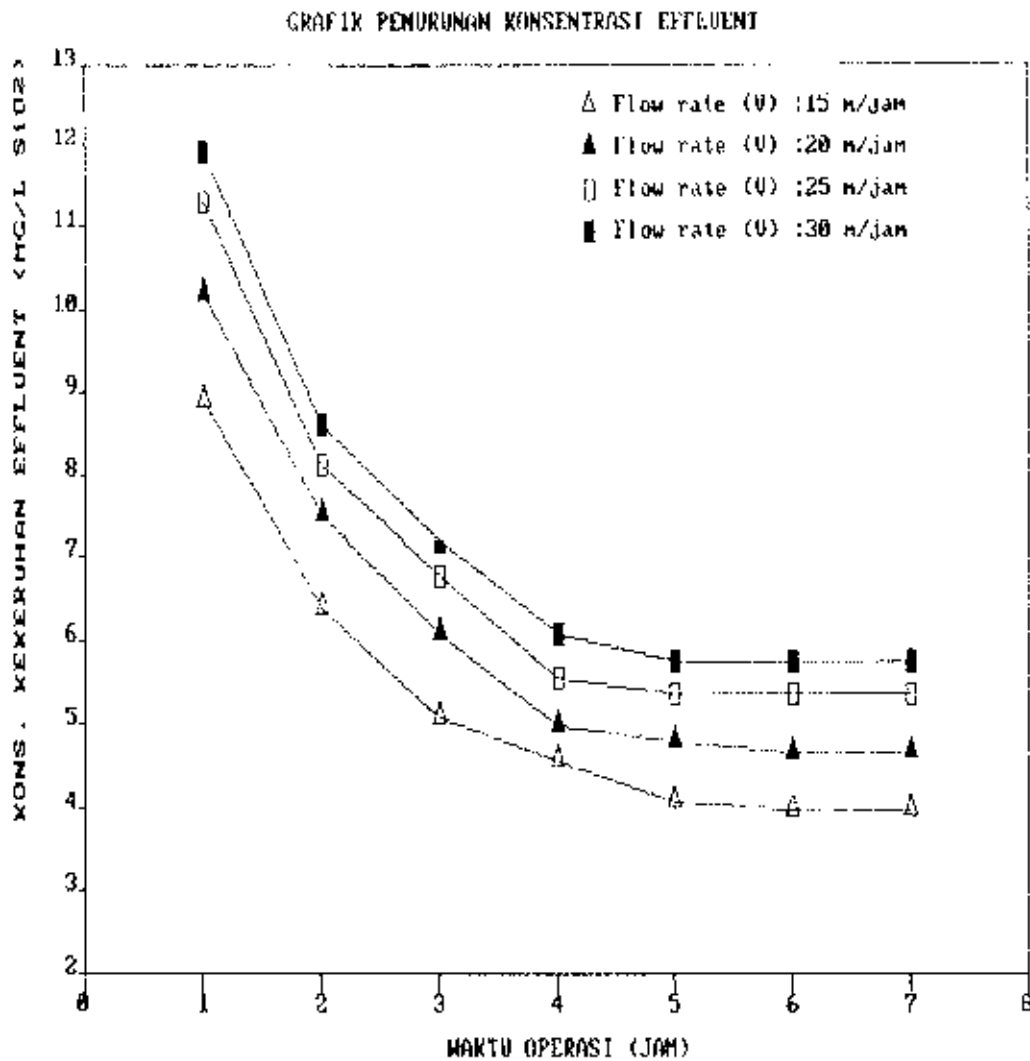




GRAFIK 5 - 38 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 39 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 33 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



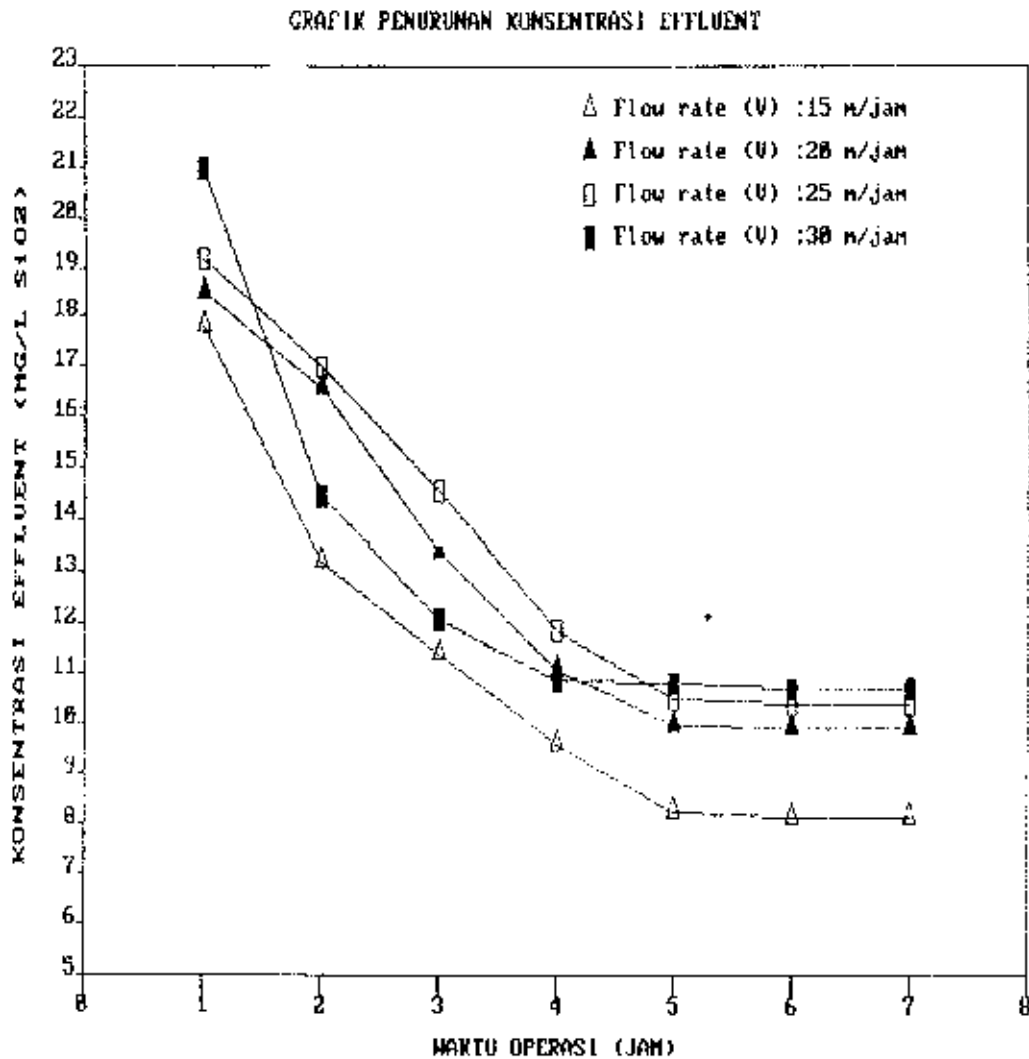
GRAFIK 5 - 40 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,92 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

4. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Keke-  
ruhan untuk ES: 1,10 mm, dan konsentrasi kekeruhan influent:  
25 mg/l  $\text{SiO}_2$  dengan 4 variasi perubahan tebal media.

Dari grafik 5-41 sampai 5-44 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

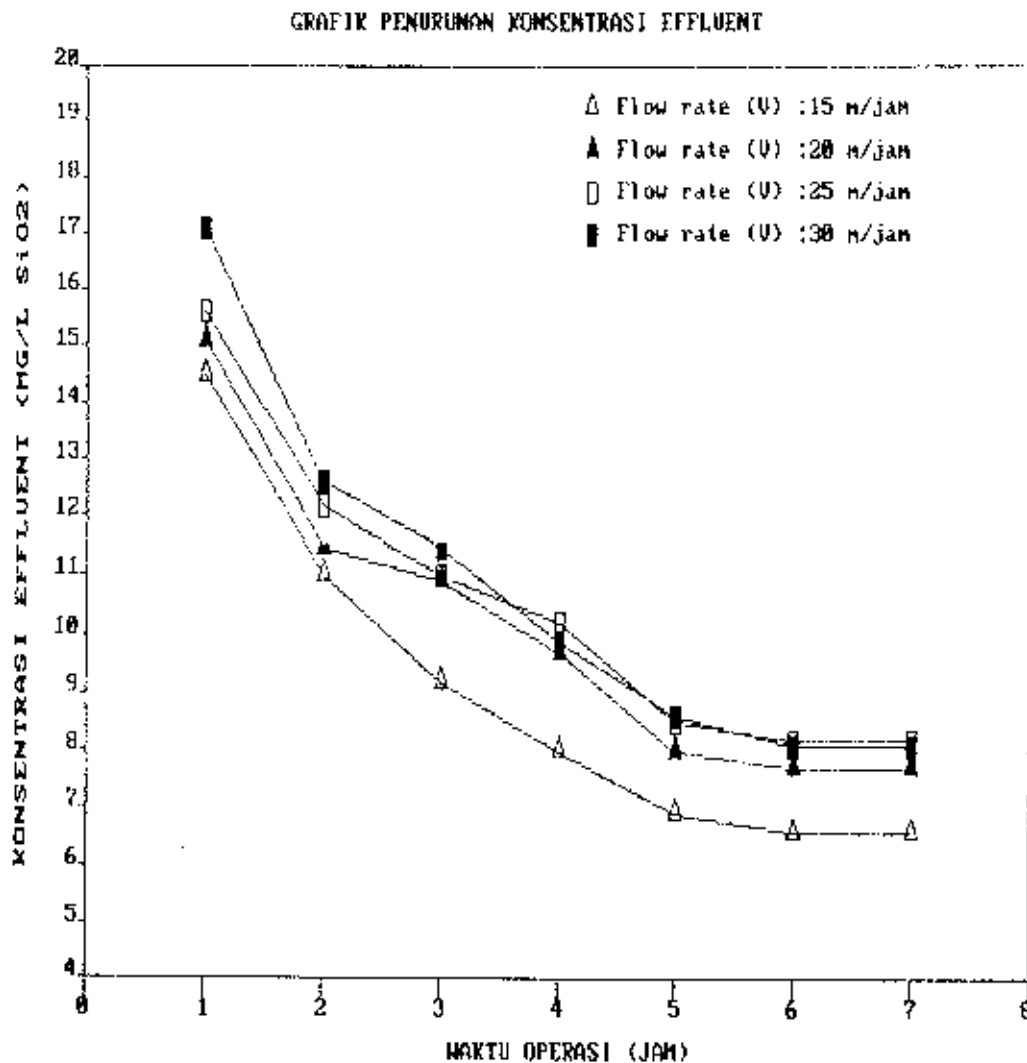
- Pada grafik 5-41, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter ( $t=1$  jam) sampai akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 17,8-8,2 mg/l  $\text{SiO}_2$  . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j sebesar 18,5-9,9 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam sebesar 19,2-10,4 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j sebesar 21,0-11,0 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Pada grafik 5-42, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter ( $t=1$  jam) sampai akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 14,5-6,6 mg/l  $\text{SiO}_2$  . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j sebesar 15,1-7,7 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam sebesar 15,6-8,2 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j sebesar 17,1-8,5 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Pada grafik 5-43, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter ( $t=1$  jam) sampai akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 12,6-5,0 mg/l  $\text{SiO}_2$  . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j

- sebesar 13,2-5,5 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam sebesar 14,6-6,1 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j sebesar 14,1-6,5 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Pada grafik 5-44, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter ( $t=1$  jam) sampai akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 9,4-4,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j sebesar 10,6-5,3 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam sebesar 11,8-5,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j sebesar 12,5-6,4 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 1,10 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent yang terbaik (optimum) yaitu 4,8 - 8,2 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

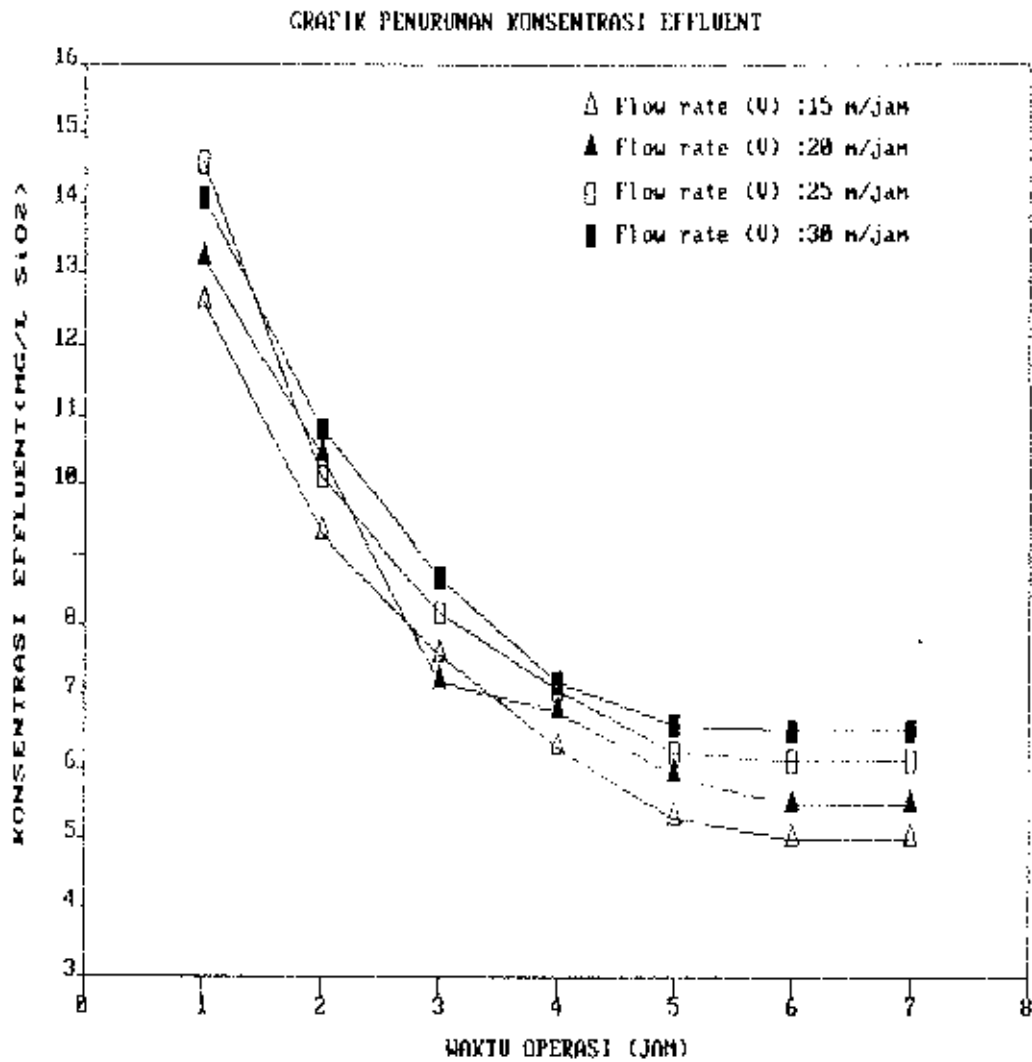


GRAFIK 5 - 41 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 45 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



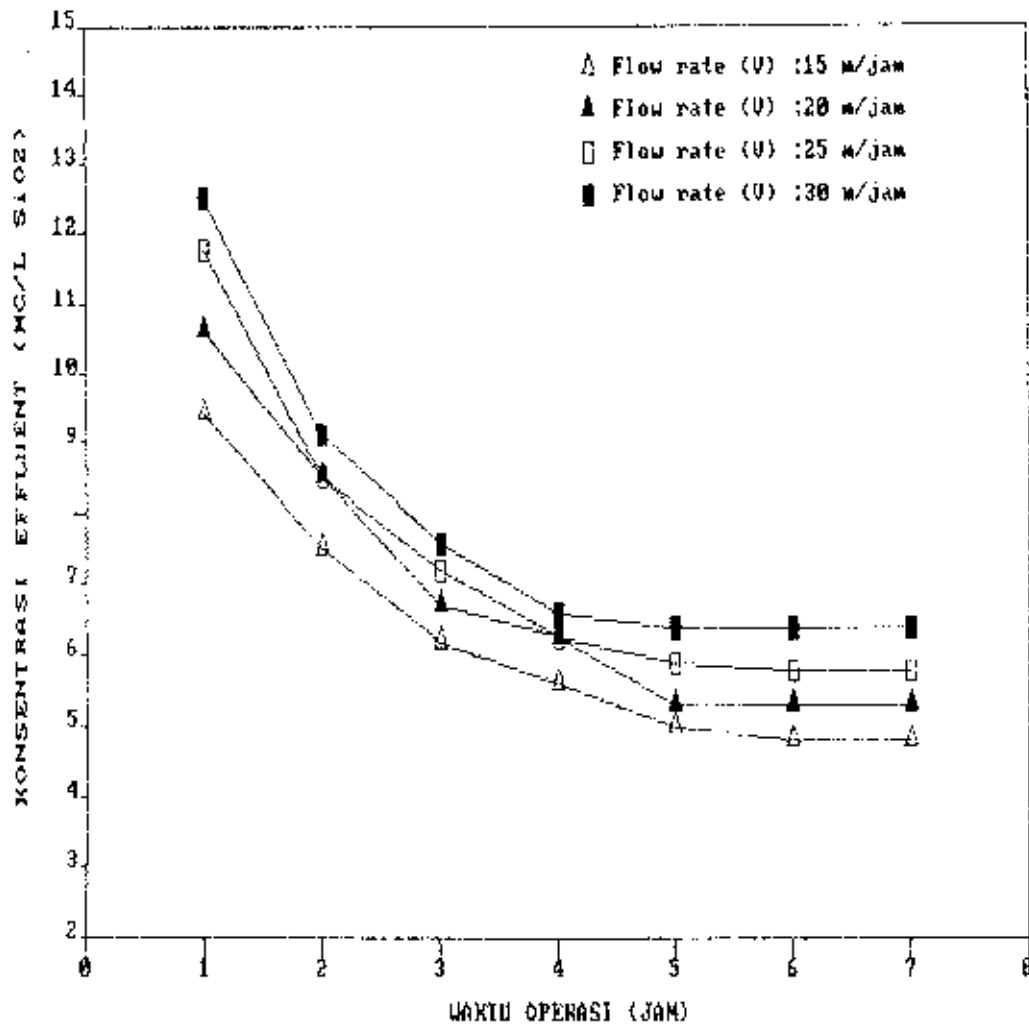


GRAFIK 5 - 42 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 54 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 43 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

GRAFIK PENURUNAN KONSENTRASI EFFLUENT



GRAFIK 5 - 44 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm, tebal media : 72 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

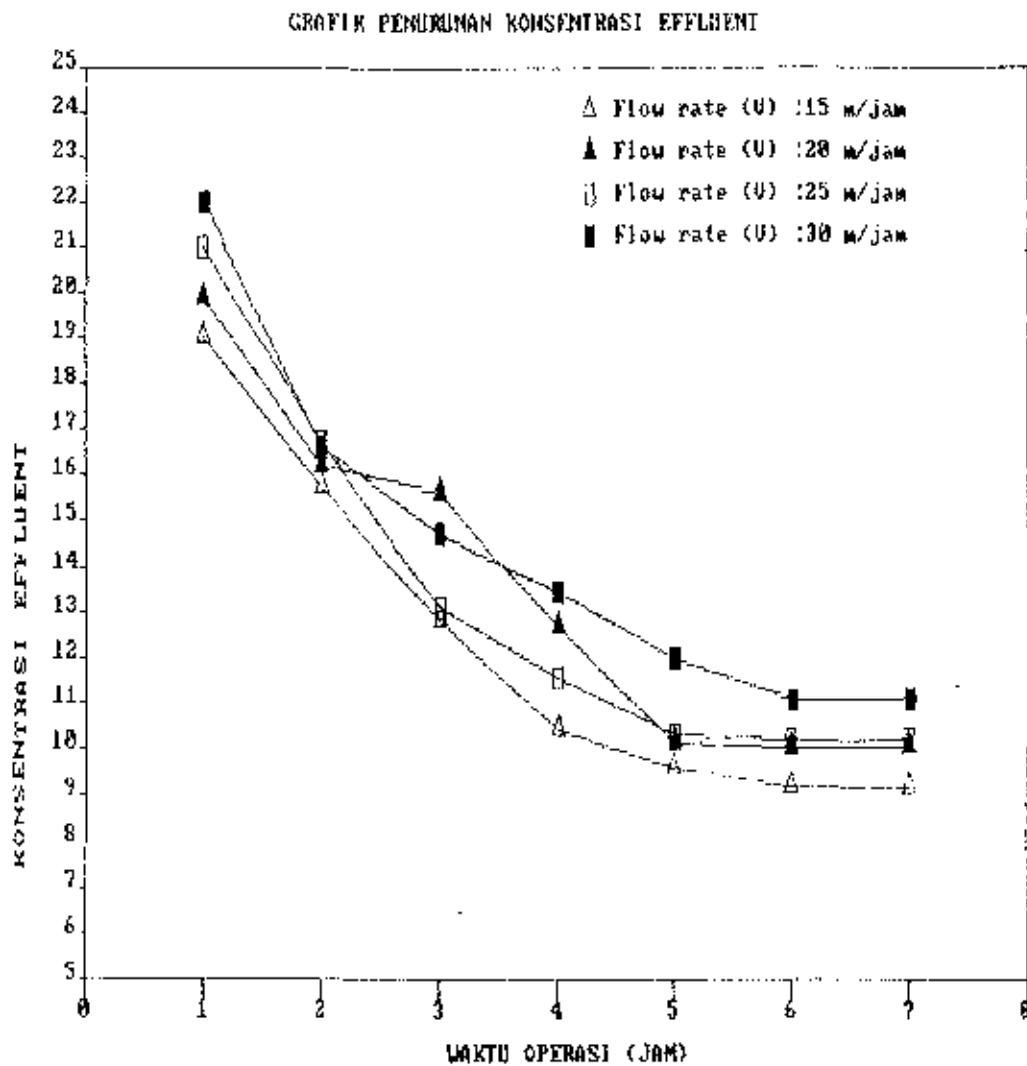
5. Analisa Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Keke-  
ruhan untuk ES: 1,35 mm, dan konsentrasi kekeruhan influent:  
25 mg/l SiO<sub>2</sub> dengan 4 variasi perubahan tebal media.

Dari grafik 5-45 sampai 5-48 dapat dilakukan beberapa analisa  
sebagai berikut :

- Pada grafik 5-45, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
19,0-9,2 mg/l SiO<sub>2</sub> . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j  
sebesar 19,9-10,5 mg/l SiO<sub>2</sub>, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam  
sebesar 21-10,9 mg/l SiO<sub>2</sub>, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j  
sebesar 22-11,1 mg/l SiO<sub>2</sub>.
- Pada grafik 5-46, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
18,5-8,8 mg/l SiO<sub>2</sub> . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j  
sebesar 18-9,5 mg/l SiO<sub>2</sub>, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam  
sebesar 20-9,8 mg/l SiO<sub>2</sub>, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j  
sebesar 21,1-10,3 mg/l SiO<sub>2</sub>.
- Pada grafik 5-47, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam  
terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter  
(t=1 jam) sampai akhir waktu operasi filter (t=7 jam) sebesar  
17,3-7,2 mg/l SiO<sub>2</sub> . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j

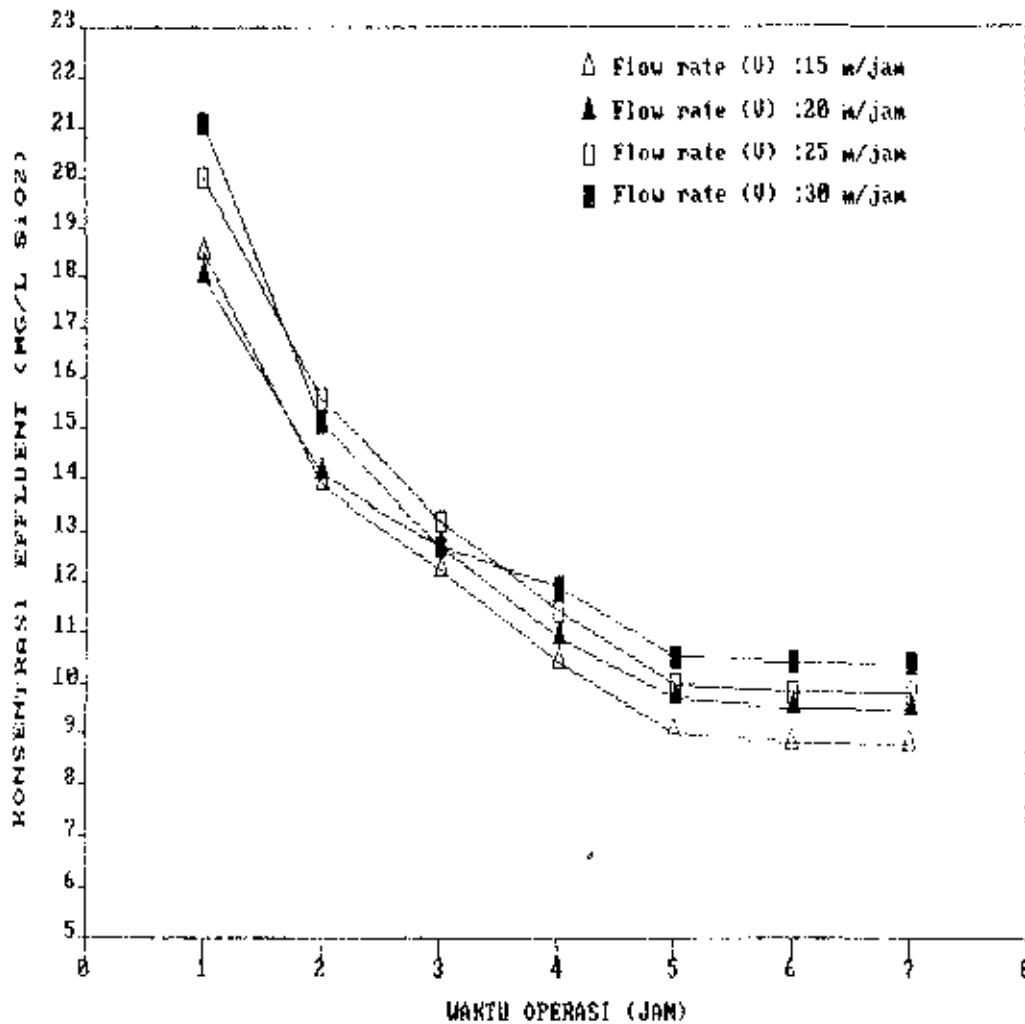
sebesar 16,8-7,9 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam sebesar 18,3-8,7 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j sebesar 19,2-9,7 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

- Pada grafik 5-48, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam terjadi penurunan konsentrasi effluent dari awal operasi filter ( $t=1$  jam) sampai akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 12,2-6,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/j sebesar 13,7-7,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam sebesar 14,3-8,5 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/j sebesar 16,0-9,3 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 1,35 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent yang terbaik (optimum) yaitu 6,8 - 9,2 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

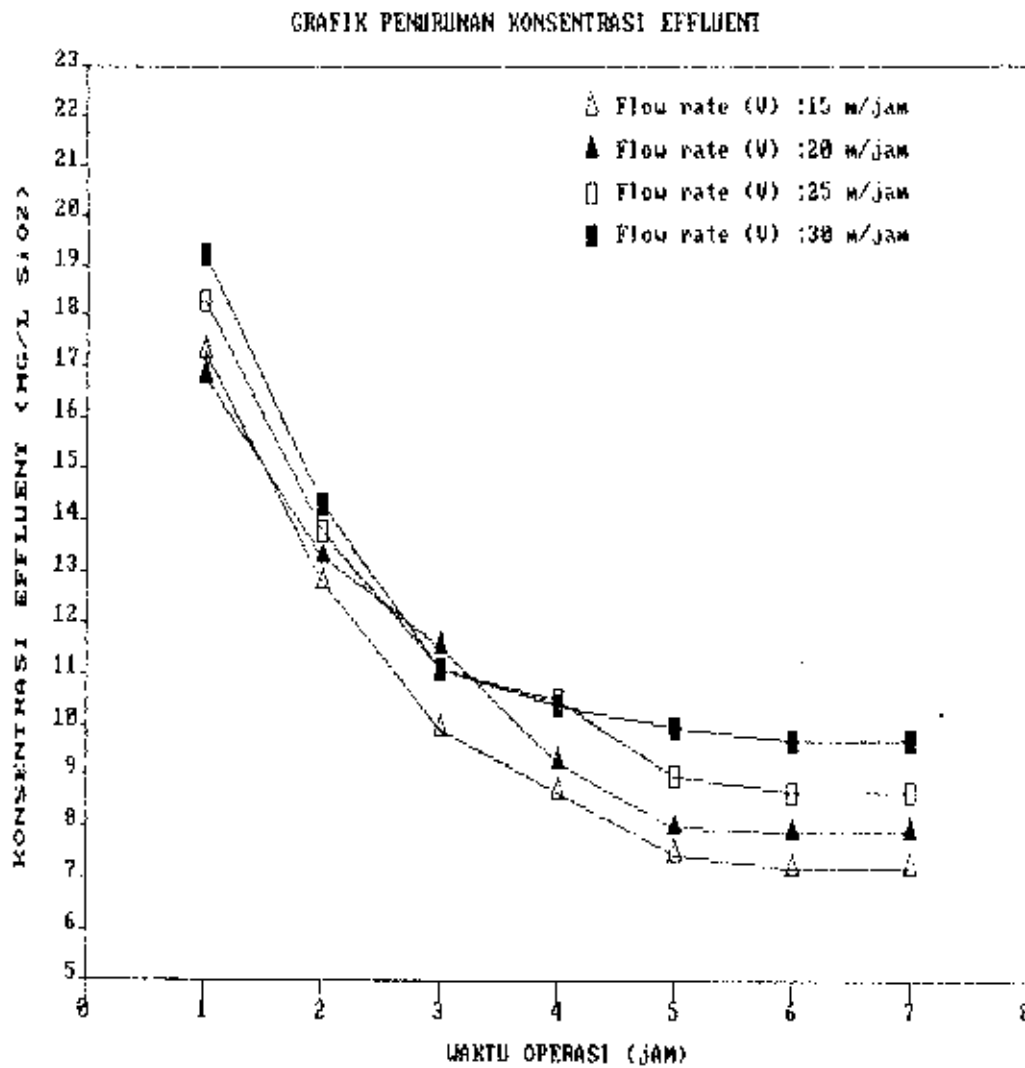


GRAFIK 5 - 45 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 45 cm. dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

GRAFIK PENURUNAN KONSENTRASI EFFLUENT

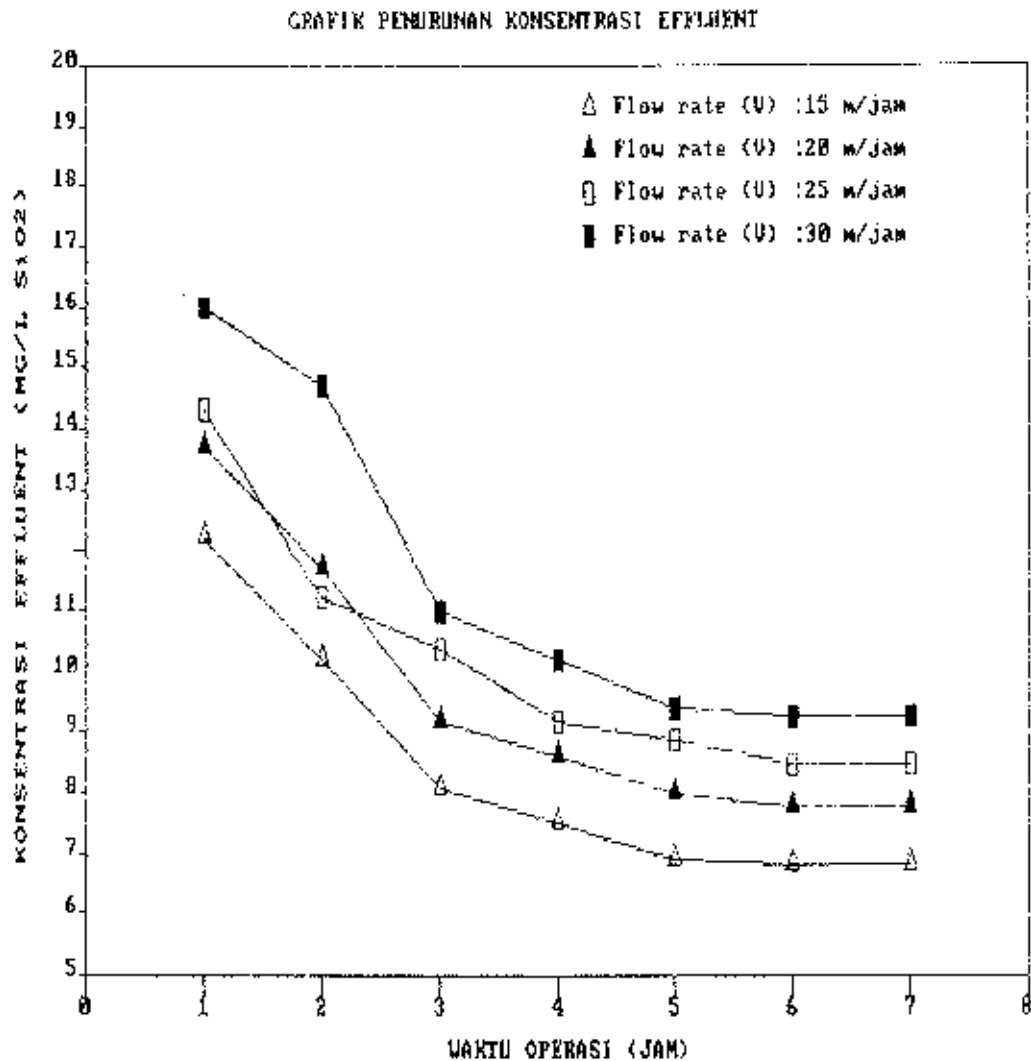


GRAFIK 5 - 46 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 54 cm. dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi.



GRAFIK 5 - 47 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm, tebal media : 63 cm, dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi.





GRAFIK 5 - 48 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES :1,35 mm, tebal media :72 cm, dan konsentrasi influent :25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi.

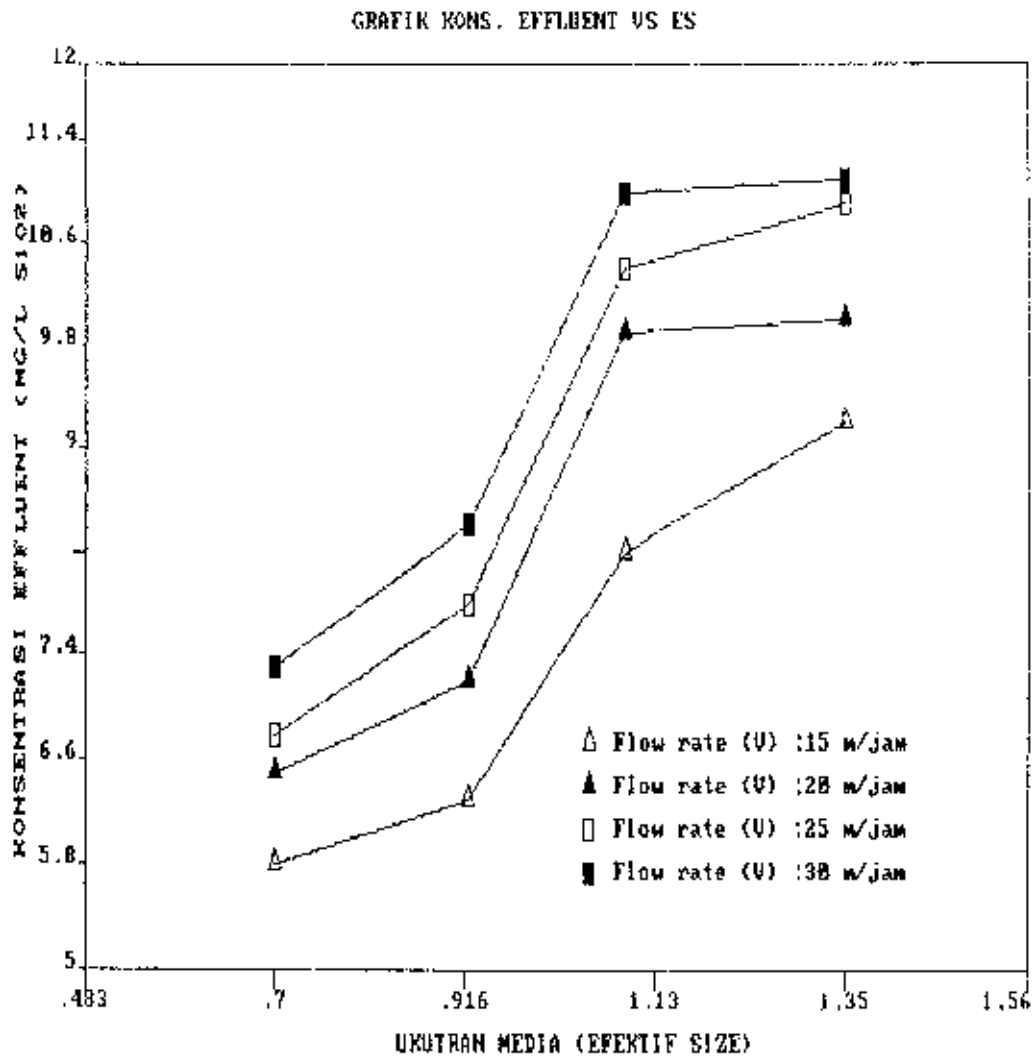
### 5.3.3 Analisa Hubungan antara Ukuran Media (Efektif Size) dengan Konsentrasi Kekeruhan Effluent.

Dari grafik 5-49, mengenai hubungan ukuran media (ES) dengan konsentrasi kekeruhan effluent untuk tebal media 45 cm setelah waktu operasi filter 7 jam (akhir run time) pada 4 perubahan variabel kecepatan filtrasi. Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

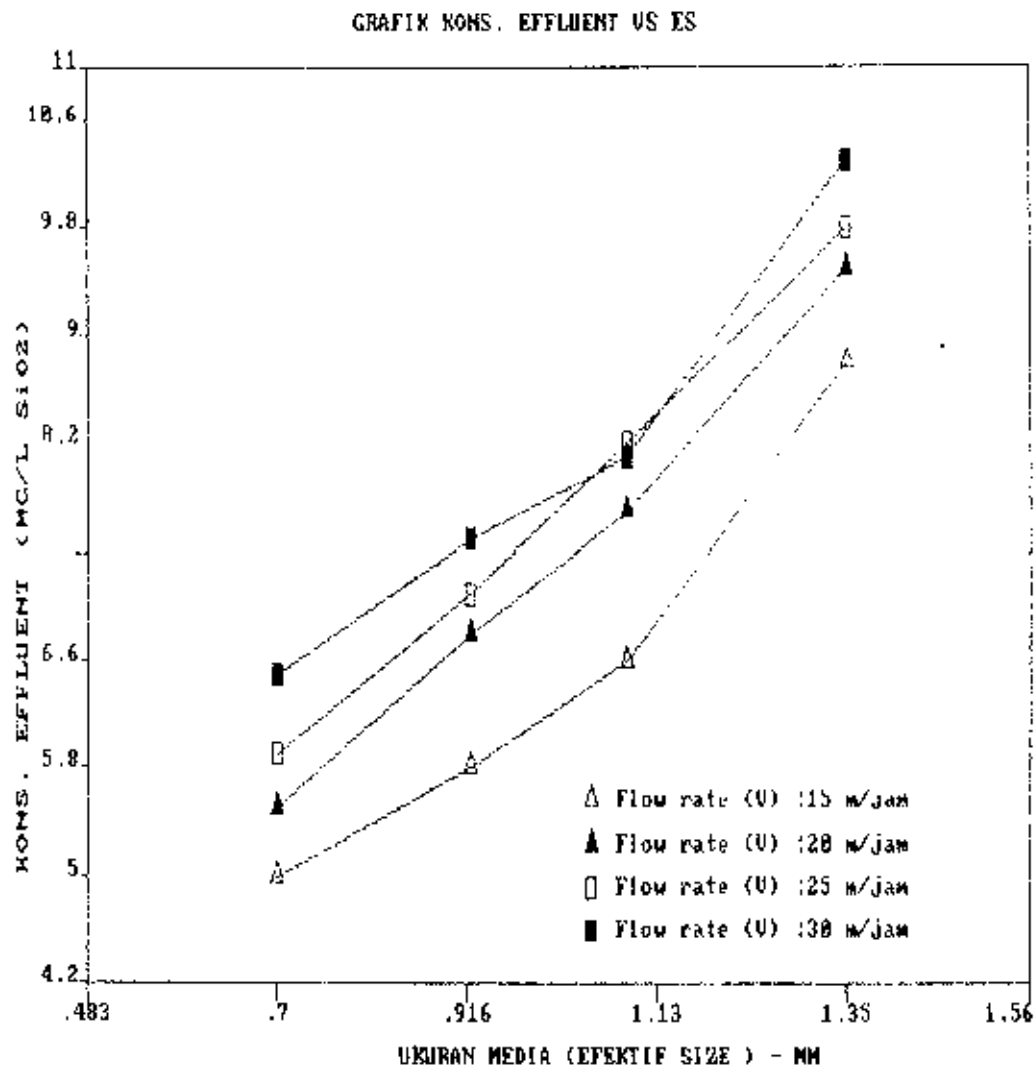
- Dari grafik terlihat bahwa dengan bertambahnya ukuran media (ES), konsentrasi kekeruhan effluent meningkat (bertambah besar). Hal ini sesuai dengan teori, semakin besar ukuran media (ES) akan memperbesar porositas, sehingga tingkat efisiensi penyaringan akan berkurang. Atau dengan besarnya porositas proses mechanical straining tidak sempurna, karena partikel-partikel suspensi penyebab kekeruhan masih dimungkinkan dapat lolos sehingga kualitas effluent jelek.
- Sesuai dengan bertambahnya ukuran media (ES), pada kecepatan filtrasi 15 m/jam konsentrasi kekeruhan effluent meningkat dari 3-4,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ , kecepatan filtrasi 20 m/jam konsentrasi kekeruhan effluent meningkat dari 3,4-6,3 mg/l  $\text{SiO}_2$ , kecepatan filtrasi 25 m/jam konsentrasi kekeruhan effluent meningkat dari 4-6,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan kecepatan filtrasi 30 m/jam konsentrasi kekeruhan effluent meningkat dari 4,4-7,2 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Dari grafik 5-49 untuk ke empat perubahan kecepatan filtrasi diketahui, dengan kecepatan filtrasi 15 m/jam menghasilkan

konsentrasi kekeruhan effluent (kualitas filtrat) yang terbaik. Ini disebabkan kecepatan filtrasi 15 m/jam mempunyai kesempatan kontak dengan media lebih lama, sehingga proses terjadinya pelapisan (attachment) akan sempurna. Selain itu flow rate yang terjadi kecil, sehingga kemungkinan terjadinya proses pengeluaran (detachment) sangat kecil pula. Dimana proses detachment akan memperburuk kualitas effluent.

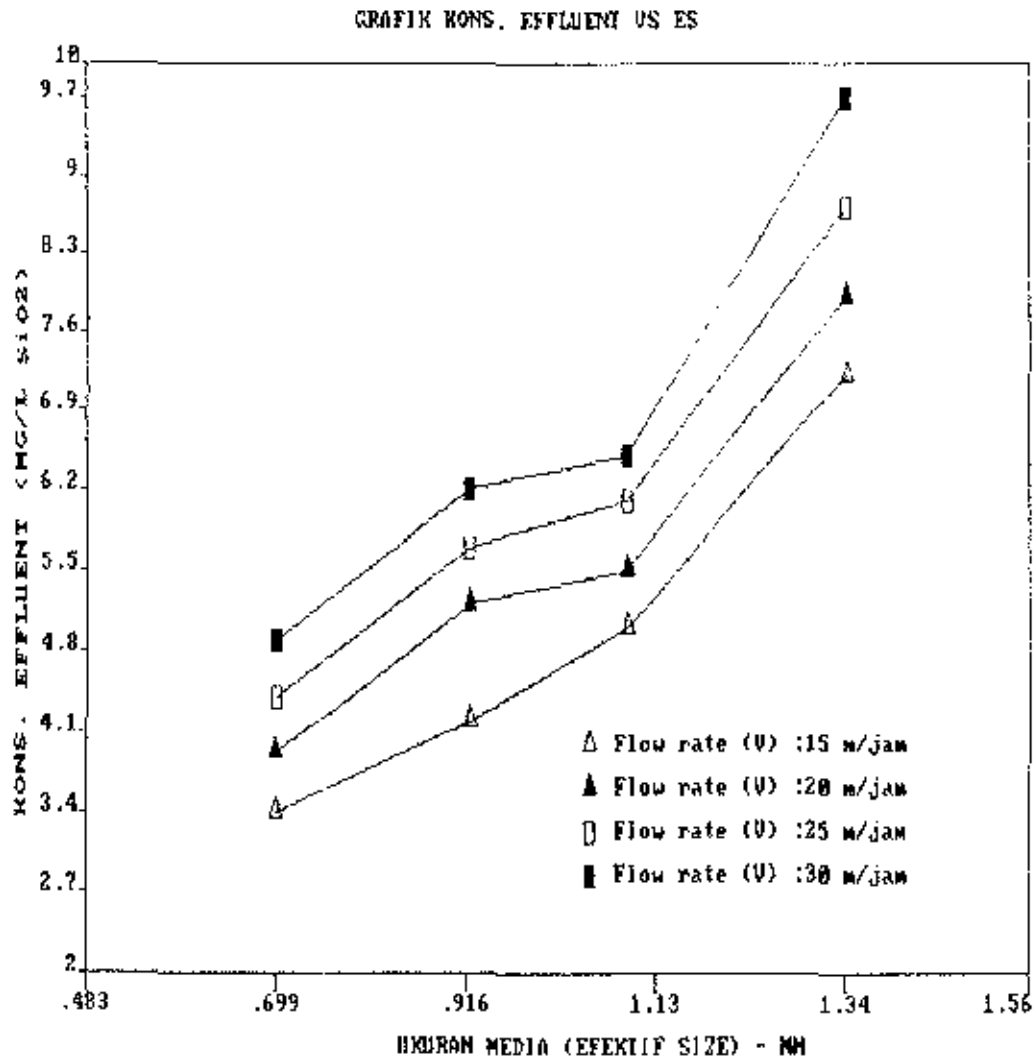
- Ketiga analisa tersebut di atas juga berlaku pada grafik 5-50, 5-51, dan 5-52 untuk ketebalan media 54, 63, dan 72 cm. Hal ini terjadi karena ketiga grafik tersebut mempunyai pola yang sama dengan grafik 5-49. (kecuali pada harga konsentrasi kekeruhan effluent yang berbeda).



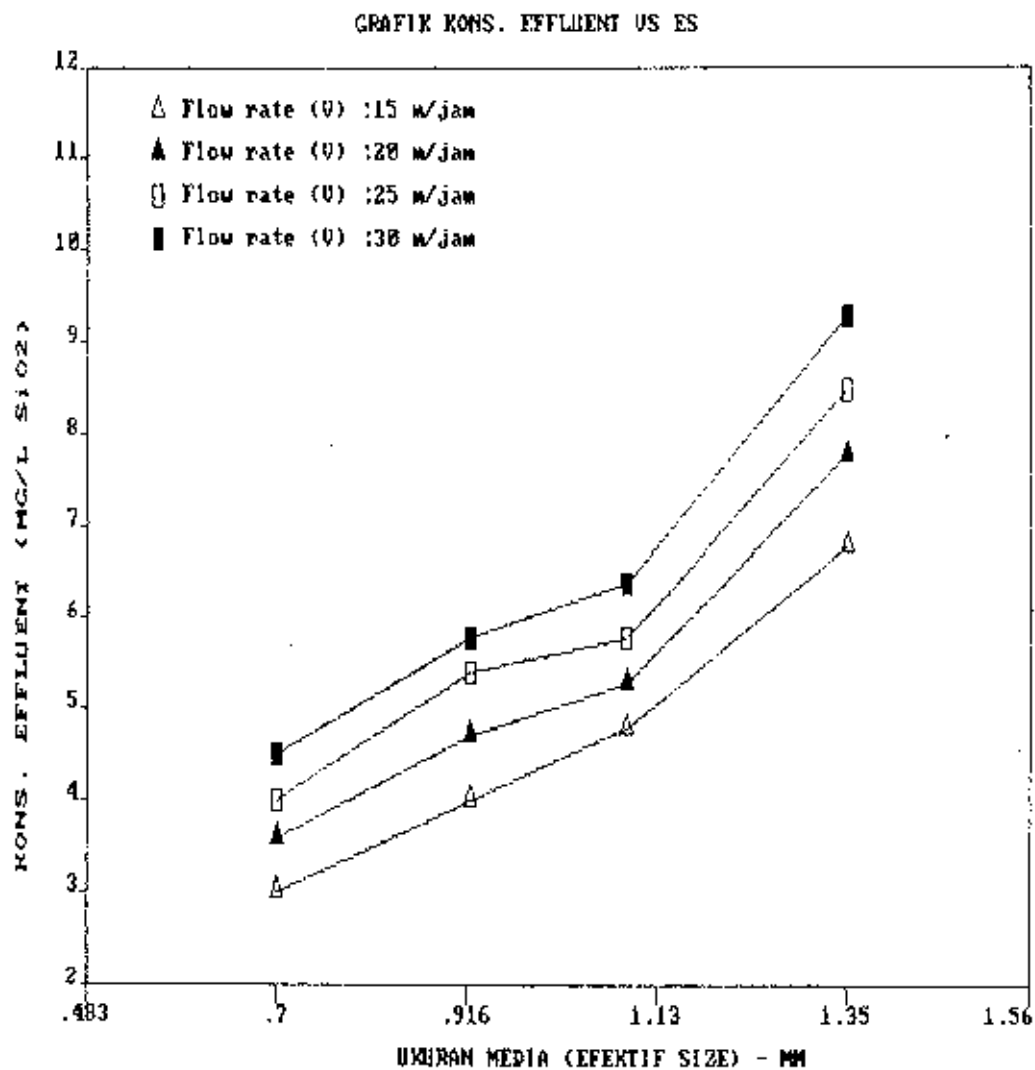
GRAFIK 5 - 49 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Ukuran Media (ES) untuk tebal media : 45 cm dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.



GRAFIK 5 - 50 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Ukuran Media (ES) untuk tebal media : 54 cm dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.



GRAFIK 5 - 51 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Ukuran Media (ES) untuk tebal media : 63 cm dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.



GRAFIK 5 - 52 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Ukuran Media (ES) untuk tebal media : 72 cm dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.

### 5.3.4 Analisa Hubungan antara Ukuran Media (Efektif Size) dengan

#### Persen Removal Kekeruhan.

Dari Grafik 5-53, mengenai hubungan ukuran media (ES) dengan persentase removal kekeruhan untuk tebal media 45 cm setelah waktu operasi operasi filter 7 jam (akhir run time) pada 4 perubahan variabel bei kecepatan filtrasi. Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

- Dari grafik terlihat bahwa dengan bertambahnya ukuran media (ES), persentase removal kekeruhan menurun (bertambah kecil). Hal ini sesuai dengan teori, semakin besar ukuran media (ES) akan memperbesar porositas, sehingga tingkat efisiensi penyaringan akan berkurang. Atau dengan besarnya porositas proses mechanical straining tidak sempurna, karena partikel-partikel suspensi penyebab kekeruhan masih dimungkinkan dapat lolos sehingga kualitas effluent jelek.

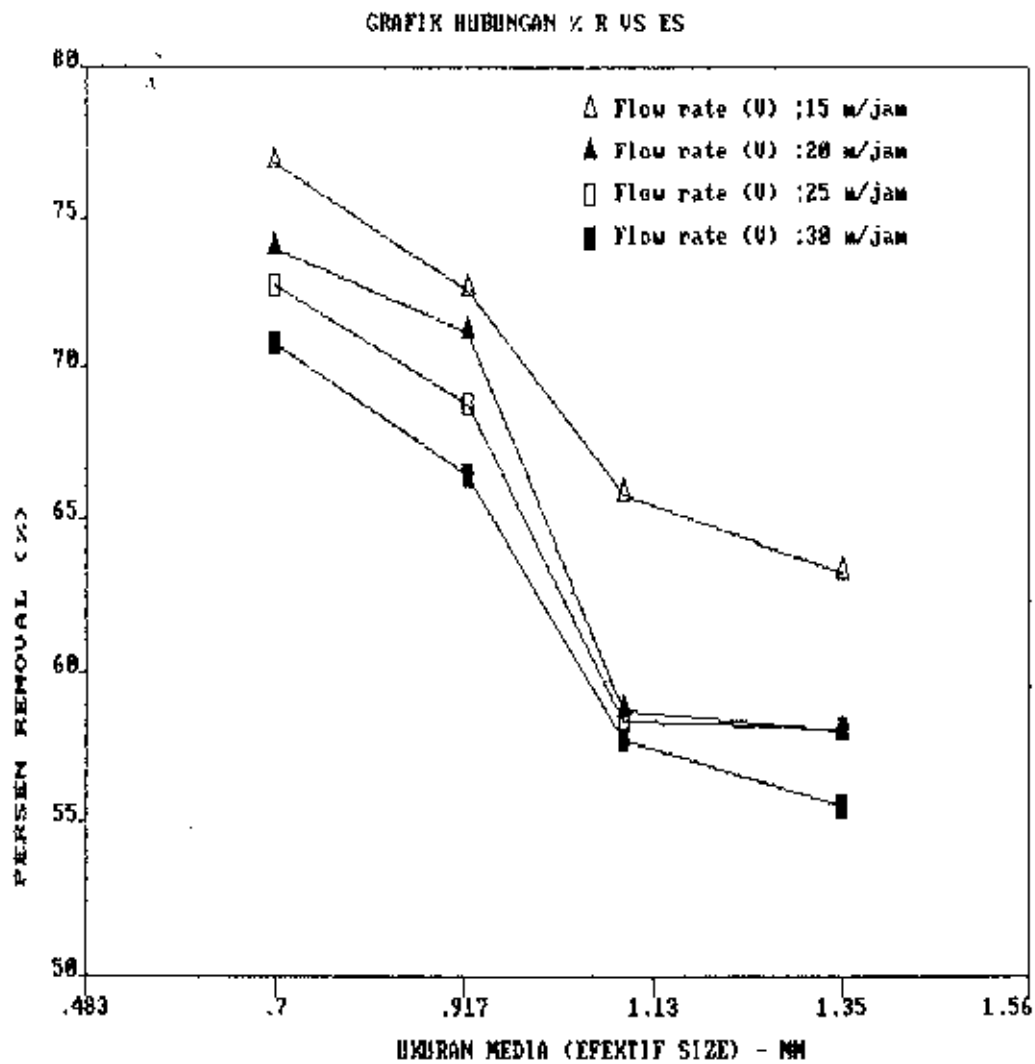
- Sesuai dengan bertambahnya ukuran media (ES), pada kecepatan filtrasi 15 m/jam persentase removal kekeruhan menurun dari 88-80,8 %, kecepatan filtrasi 20 m/jam persentase removal kekeruhan effluent menurun dari 86,4-74,8 %, kecepatan filtrasi 25 m/jam persentase removal kekeruhan menurun dari 84-72,8%, dan kecepatan filtrasi 30 m/jam persentase removal kekeruhan menurun dari 82,4-71,2 %.

- Dari Grafik 5-53 untuk ke empat perubahan kecepatan filtrasi diketahui, dengan kecepatan filtrasi 15 m/jam menghasilkan

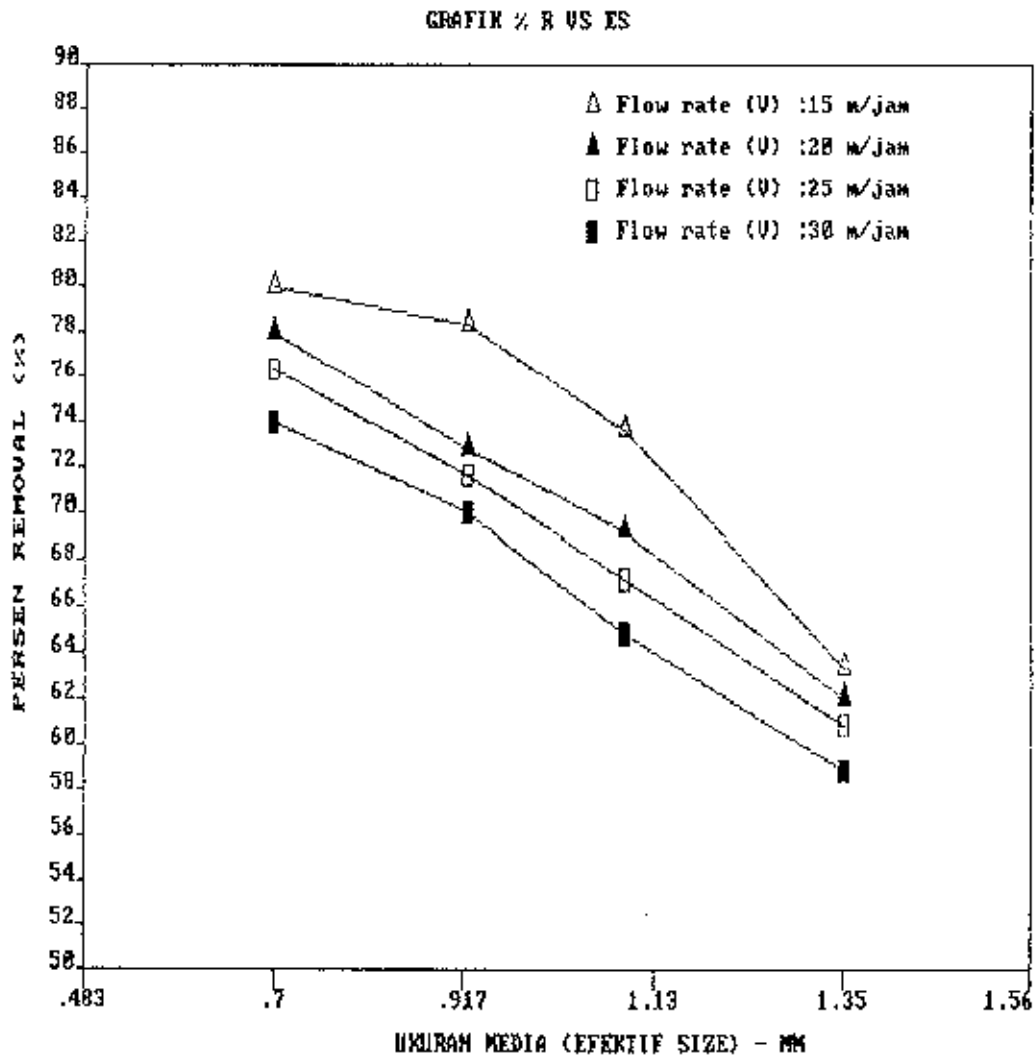


persen removal kekeruhan yang terbaik (optimal). Ini disebabkan kecepatan filtrasi 15 m/jam mempunyai kesempatan kontak dengan media lebih lama, sehingga proses terjadinya pelapisan (attachment) akan sempurna. Selain itu flow rate yang terjadi kecil, sehingga kemungkinan terjadinya proses pengelupasan (detachment) sangat kecil pula. Dimana proses detachment akan memperburuk kualitas effluent.

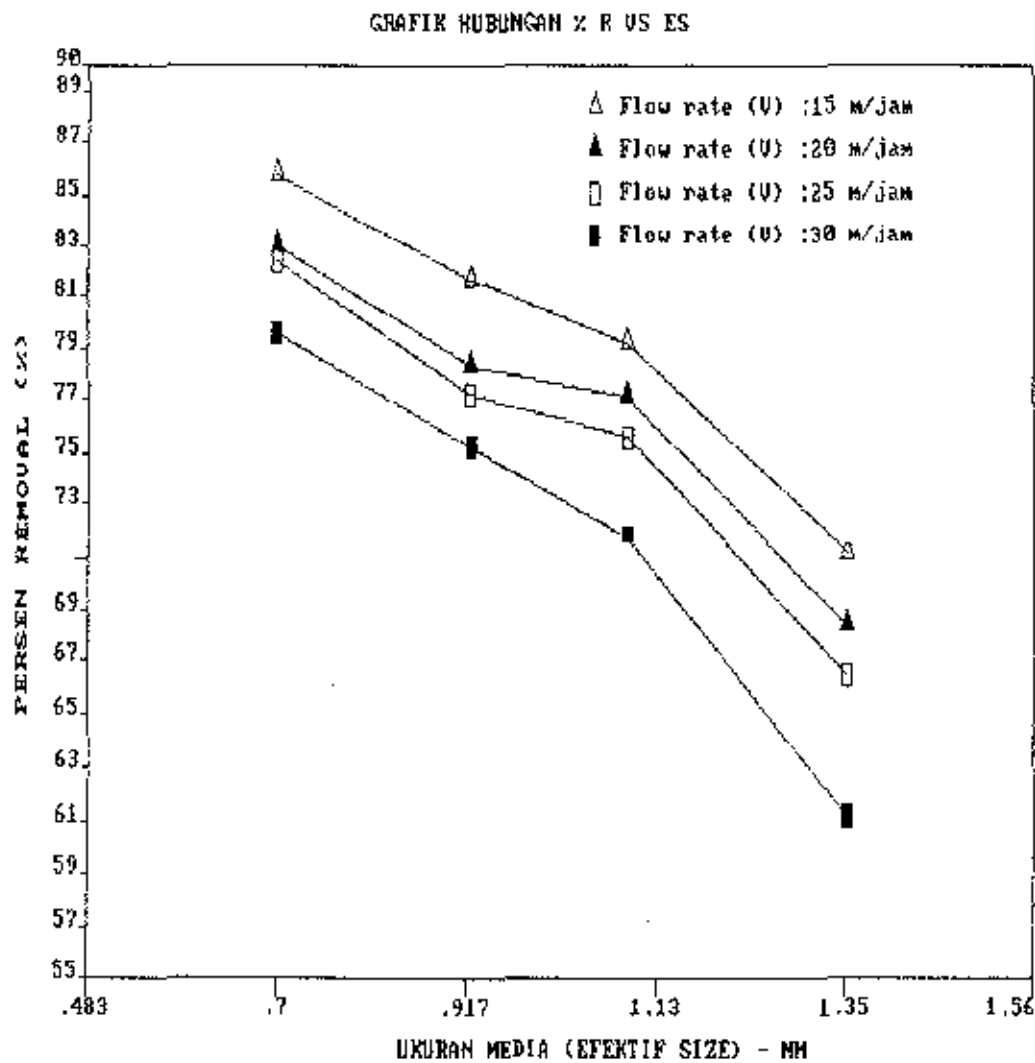
- Ketiga analisa tersebut di atas juga berlaku pada grafik 5-54, 5-55, dan 5-56 untuk ketebalan media 54, 63, dan 72 cm. Hal ini terjadi karena ketiga grafik tersebut mempunyai pola yang sama dengan grafik 5-53. (kecuali pada harga persen removal kekeruhan yang berbeda).



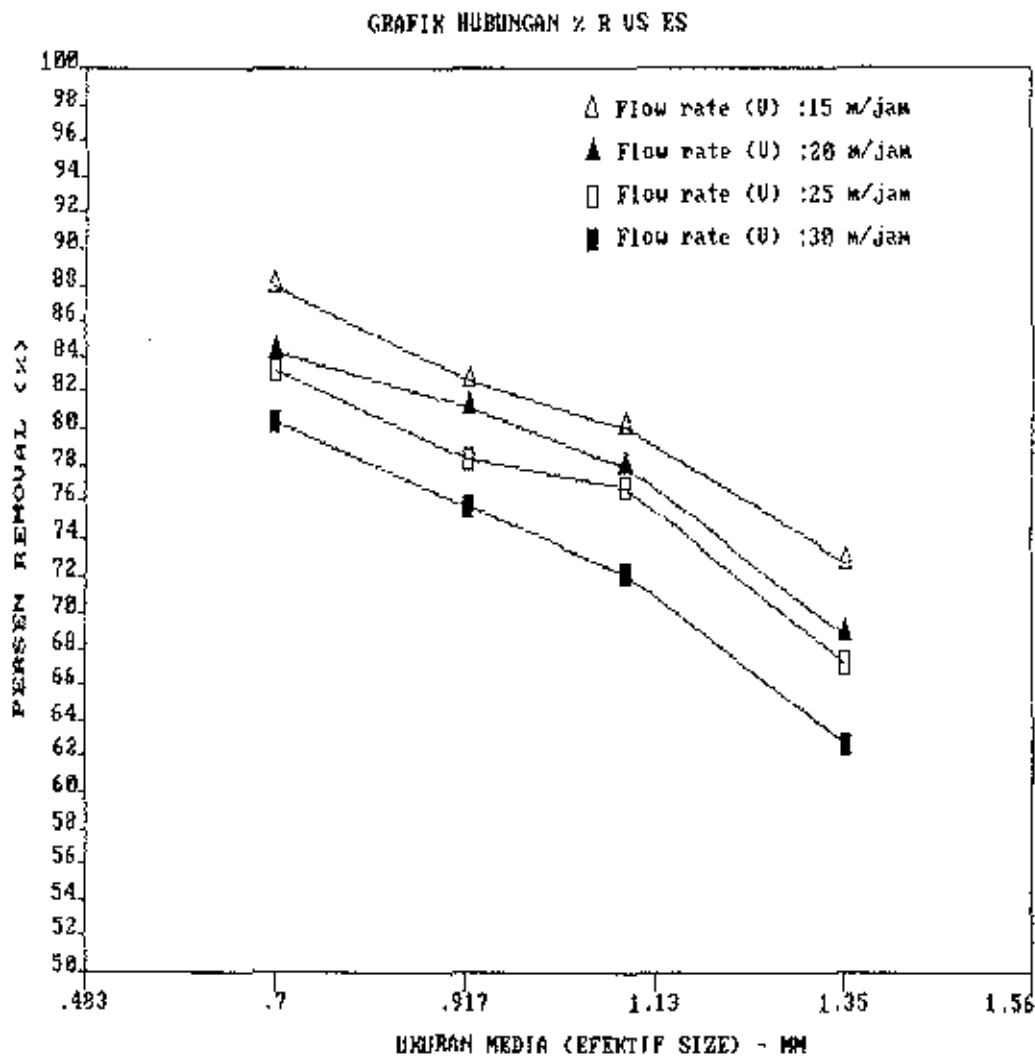
GRAFIK 5 - 53 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Ukuran Media (ES) untuk tebal media : 45 cm dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.



GRAFIK 5 - 54 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Ukuran Media (ES) untuk tebal media :54 cm dan konsentrasi influent :25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.



GRAFIK 5 - 55 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Ukuran Media (ES) untuk tebal media : 63 cm dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.



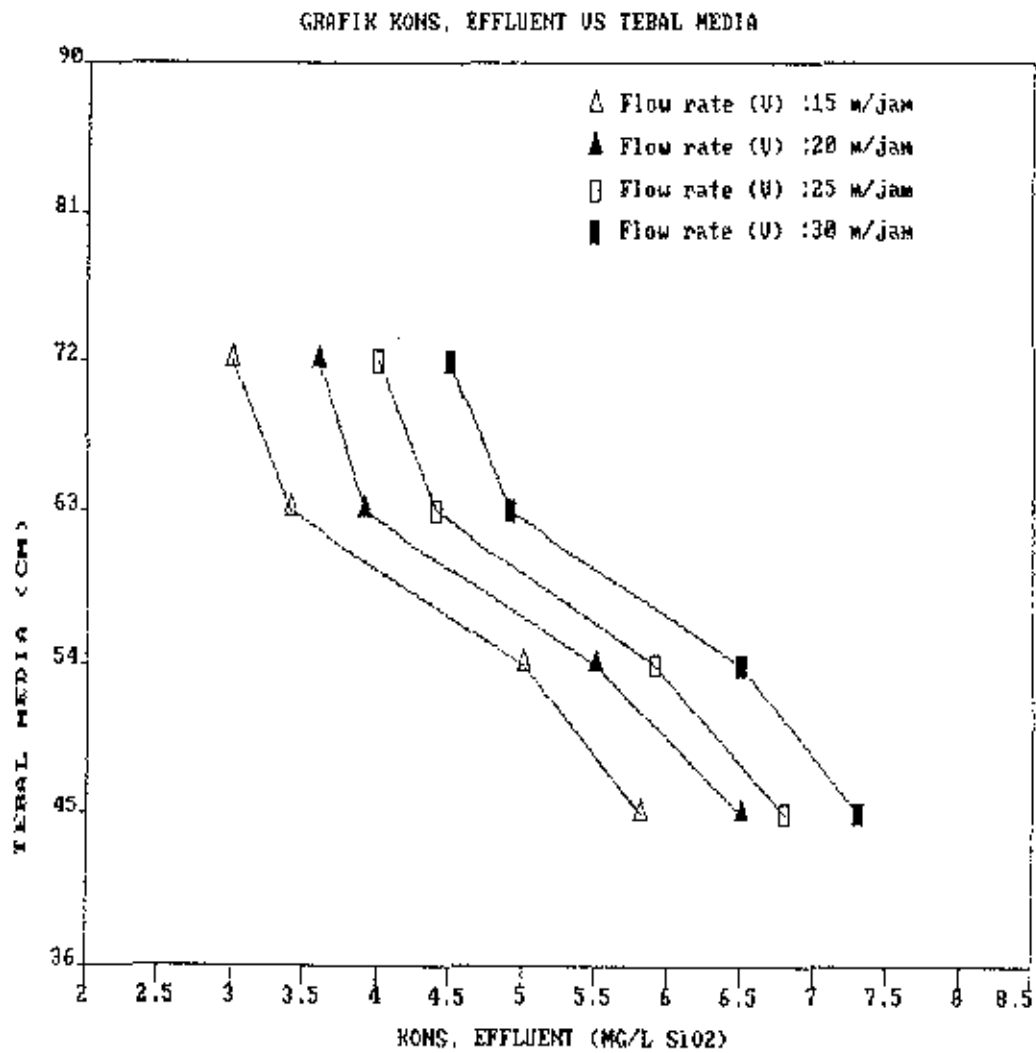
GRAFIK 5 - 56 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Ukuran Media (ES) untuk tebal media : 72 cm dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.

### 5.3.5 Analisa Hubungan antara Konsentrasi Kekeruhan Effluent dengan Tebal Media.

Dari grafik 5-57, mengenai hubungan tebal media dengan konsentrasi kekeruhan effluent untuk ukuran media (ES) 0,70 mm setelah waktu operasi filter 7 jam (akhir run time) pada 4 perubahan variabel kecepatan filtrasi. Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

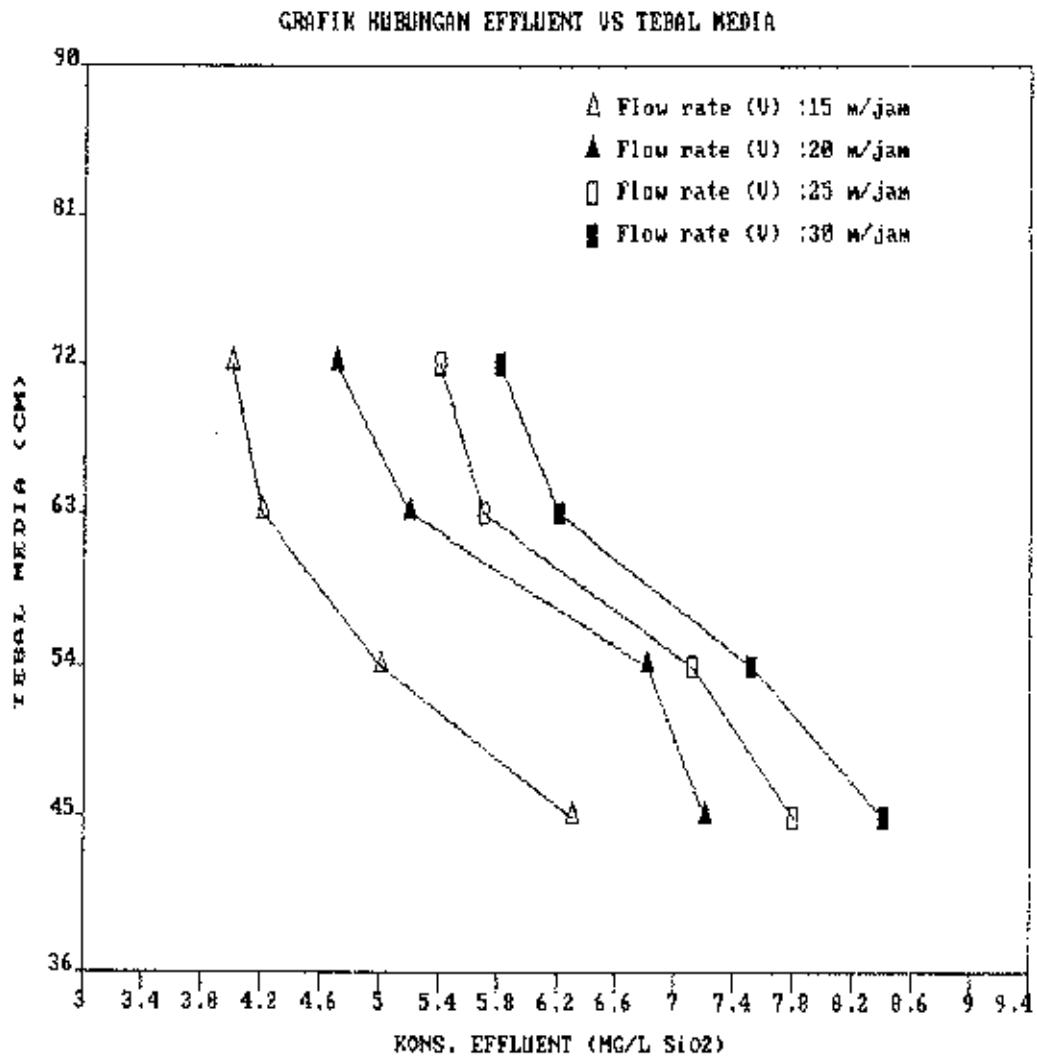
- Dari grafik terlihat, bahwa Konsentrasi kekeruhan effluent menurun dengan bertambahnya ketebalan media. Hal ini terjadi pada ke empat perubahan kecepatan filtrasi.
- Penurunan konsentrasi kekeruhan effluent besar sampai pada ketebalan media 63 cm. Setelah itu penurunan konsentrasi effluent kecil (relatif konstan) sampai pada ketebalan media 72 cm. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa pproses filtrasi tidak akan memberikan kualitas filtrat yang lebih baik (penurunan konsentrasi kekeruhan effluent yang berarti) walaupun ketebalan media terus ditambah dari ketebalan 72 cm. Karena pada ketebalan tersebut pressure filter sudah mencapai nilai stabil.
- Dengan bertambahnya ketebalan media, kecepatan filtrasi 15 m/j dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan effluent dari 5,8-3 mg/l  $\text{SiO}_2$ . Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam dapat menurunkan konsentrasi effluent dari 6,5-3,6 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam menurunkan konsentrasi effluent

- dari 6,8-4 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam menurunkan konsentrasi effluent dari 7,3-4,5 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Dari grafik hubungan konsentrasi kekeruhan effluent dengan tebal media untuk ke empat perubahan kecepatan filtrasi, diketahui kecepatan filtrasi 15 m/jam menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent yang terbaik (optimum). Ini disebabkan kecepatan filtrasi 15 m/jam mempunyai kesempatan kontak dengan media lebih lama, sehingga proses terjadinya pelapisan (attachment) akan sempurna. Selain itu flow rate yang terjadi kecil, sehingga kemungkinan terjadinya proses pengelupasan (detachment) sangat kecil pula. Dimana proses detachment akan memperburuk kualitas effluent.
  - Keempat analisa tersebut di atas juga berlaku pada grafik 5-58, 5-59, dan 5-60 untuk ukuran media (Efektif Size) 0,92, 1,10, dan 1,35 mm. Karena ketiga grafik tersebut mempunyai pola yang sama dengan grafik 5-57. (kecuali pada harga konsentrasi kekeruhan effluent yang berbeda).

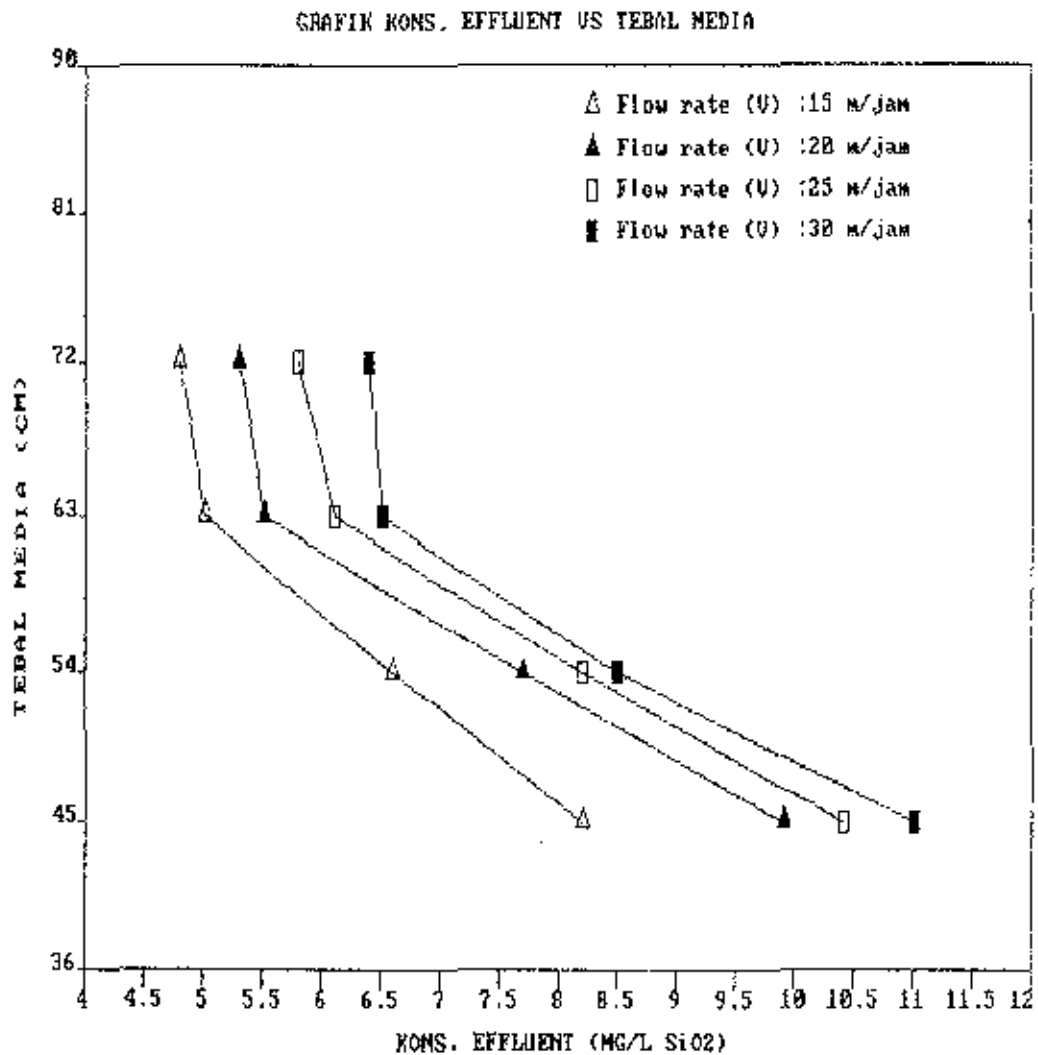


GRAFIK 5 - 57 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Tebal Media untuk ES : 0,70 mm dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.

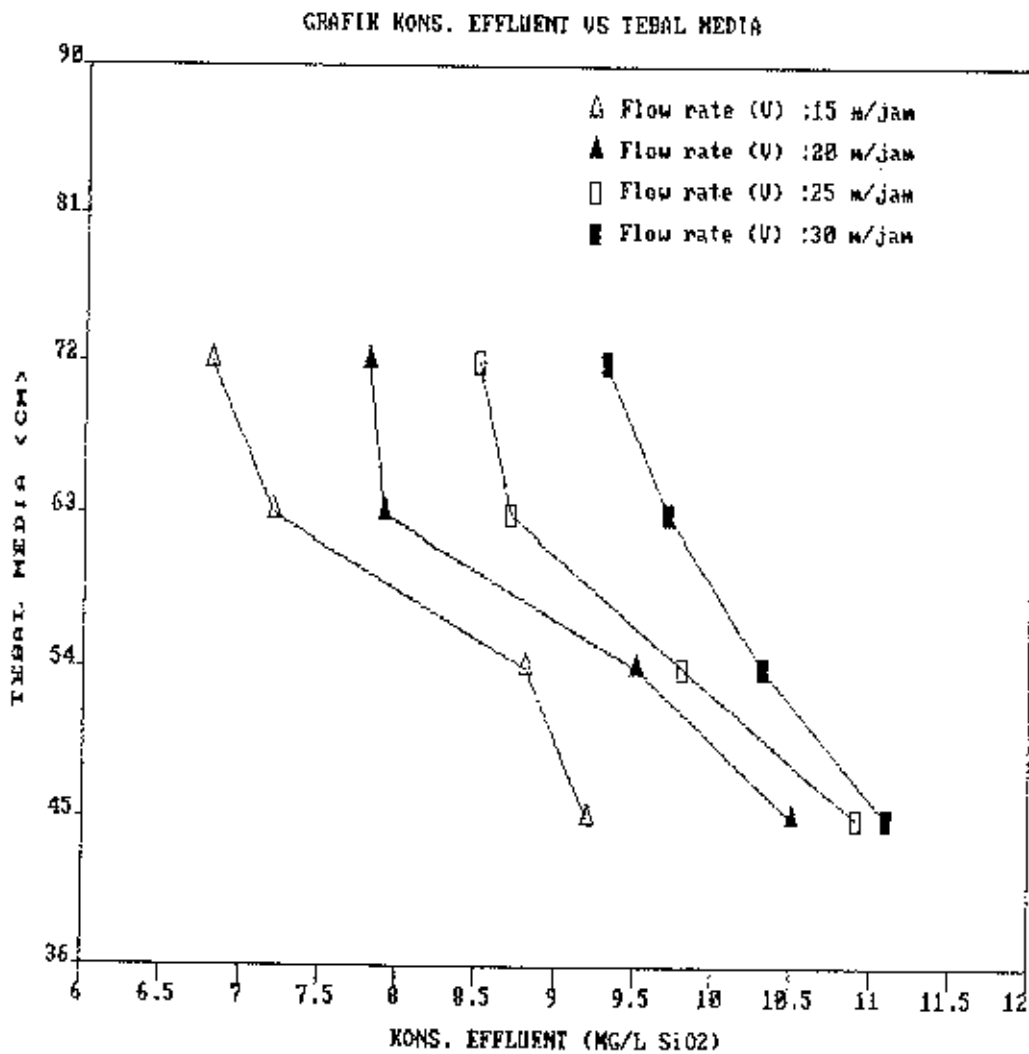




GRAFIK 5 - 58 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Tebal Media untuk ES : 0,92 mm dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.



GRAFIK 5 - 59 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Tebal Media untuk ES : 1,10 mm dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.



GRAFIK 5 - 60 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Tebal Media untuk ES : 1,35 mm dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.

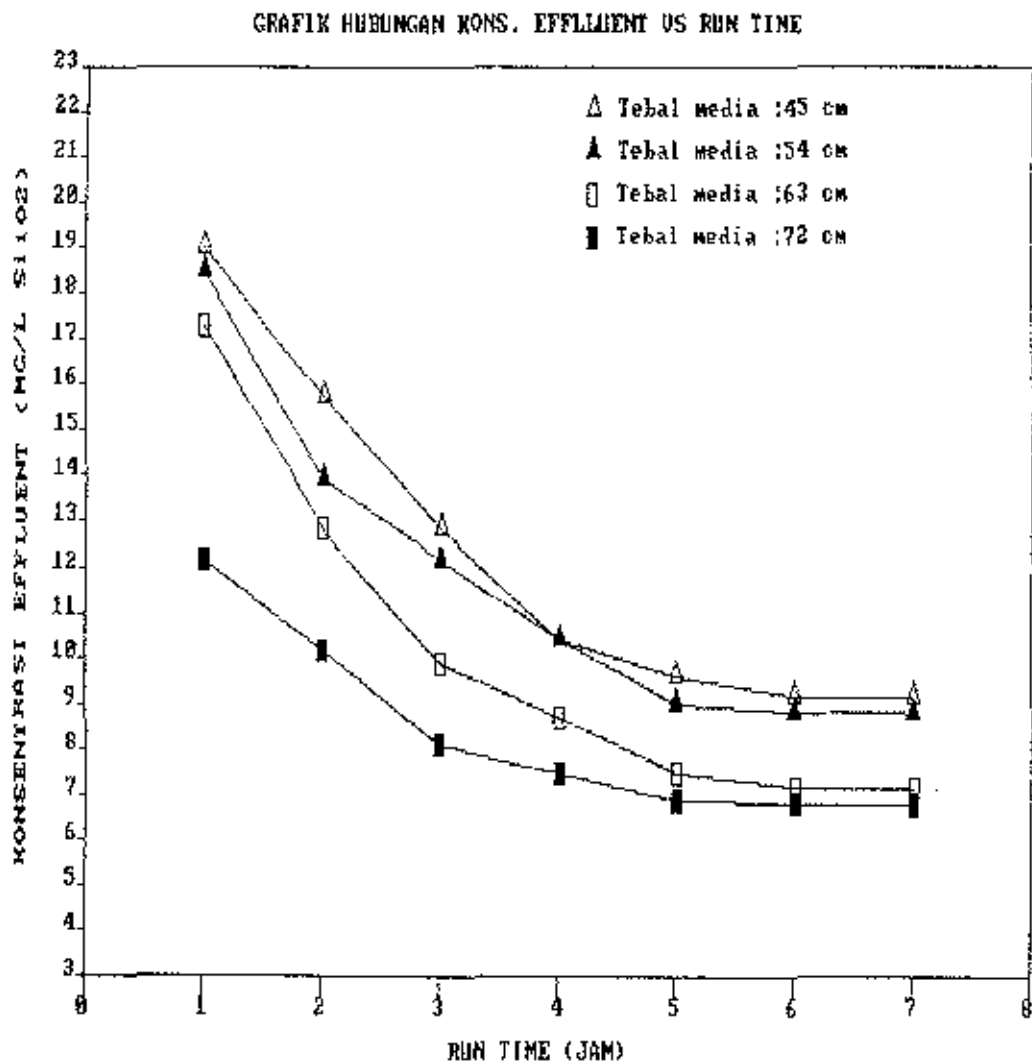
### 5.3.6 Analisa Hubungan antara Persen Removal Kekeruhan dengan Tebal Media.

Dari grafik 5-61, mengenai hubungan tebal media dengan konsentrasi kekeruhan effluent untuk ukuran media (ES) 0,70 mm setelah waktu operasi filter 7 jam (akhir run time) pada 4 perubahan variabel kecepatan filtrasi. Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

- Dari grafik terlihat, bahwa persen removal kekeruhan meningkat dengan bertambahnya ketebalan media. Hal ini terjadi pada keempat perubahan kecepatan filtrasi.
- Peningkatan persen removal kekeruhan besar sampai pada ketebalan media 63 cm. Setelah itu kenaikan persen removal kekeruhan kecil (relatif konstan) sampai pada ketebalan media 72 cm. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa pproses filtrasi tidak akan memberikan kualitas filtrat yang lebih baik (peningkatan persen removal yang berarti) walaupun ketebalan media terus ditambah dari ketebalan 72 cm. Karena pada ketebalan tersebut pressure filter sudah mencapai nilai stabil.
- Dengan bertambahnya ketebalan media, kecepatan filtrasi 15 m/j dapat menaikkan persen removal kekeruhan dari 76,8-88 %. Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam dapat menaikkan persen removal kekeruhan dari 74-85,6 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam menaikkan persen removal kekeruhan dari 72,8-84 %, dan

untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam menaikkan persen removal kekeruhan 70,8 - 82 %.

- Dari grafik hubungan persen removal kekeruhan dengan tebal media untuk ke empat perubahan kecepatan filtrasi, diketahui kecepatan filtrasi 15 m/jam menghasilkan persen removal kekeruhan yang terbaik (optimum). Ini disebabkan kecepatan filtrasi 15 m/jam mempunyai kesempatan kontak dengan media lebih lama, sehingga proses terjadinya pelapisan (attachment) akan sempurna. Selain itu flow rate yang terjadi kecil, sehingga kemungkinan terjadinya proses pengelupasan (detachment) sangat kecil pula. Dimana proses detachment akan memperburuk kualitas effluent.
- Keempat analisa tersebut di atas juga berlaku pada grafik 5-62, 5-63, dan 5-64 untuk ukuran media (Efektif Size) 0,92, 1,10, dan 1,35 mm. Karena ketiga grafik tersebut mempunyai pola yang sama dengan grafik 5-61. (kecuali pada harga persen removal kekeruhan yang berbeda).



GRAFIK 5 - 60 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES :1,35 mm dan konsentrasi influent :25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada kecepatan filtrasi optimum.

#### 5.4.2 Analisa hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Kekeruhan.

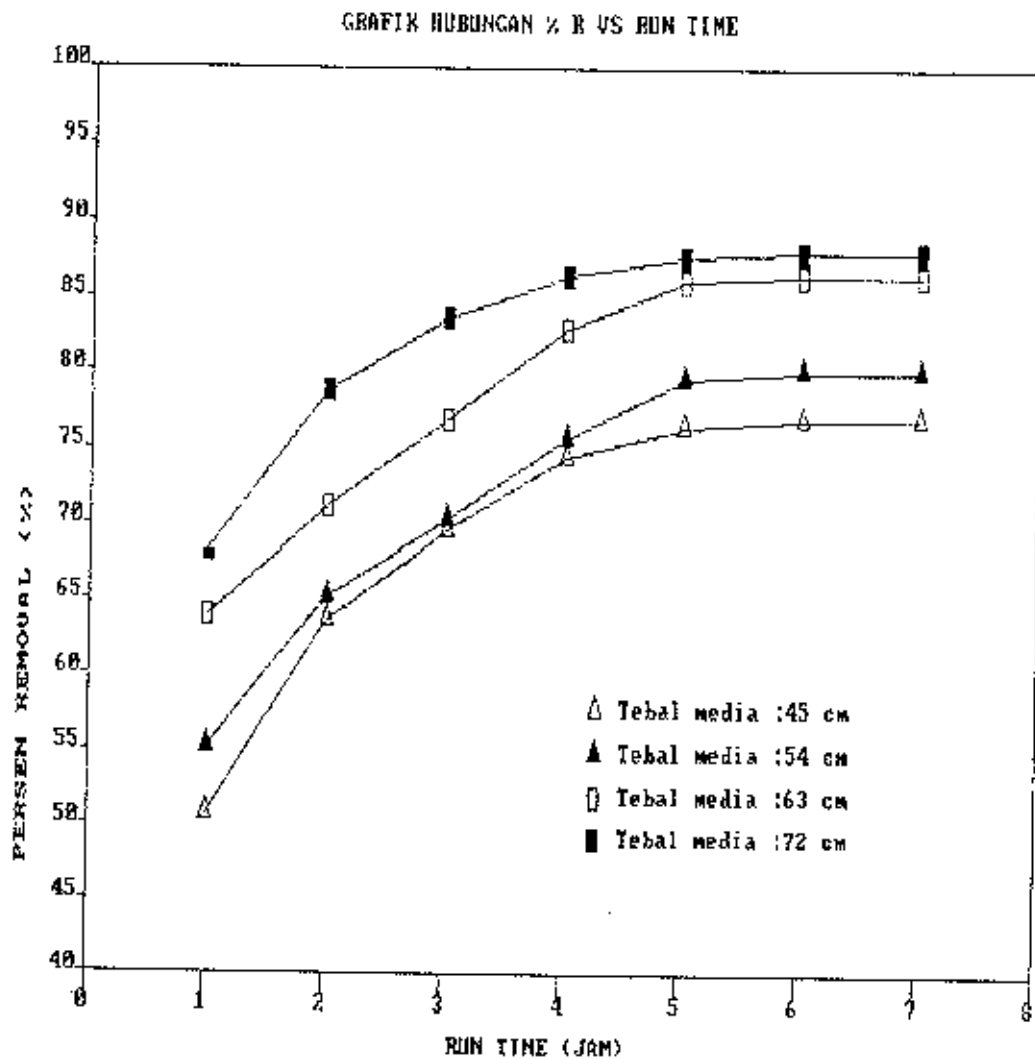
Dari grafik 5-69 mengenai hubungan waktu operasi filter dengan konsentrasi kekeruhan effluent untuk ES : 0,70 mm dan konsentrasi kekeruhan influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum) dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut:

- Pada ketebalan media 45 cm, persen removal kekeruhan pada awal operasi masih kecil. Persen removal kekeruhan akan bertambah besar dengan bertambahnya waktu operasi filter dan ketebalan media.
- Peningkatan persen removal kekeruhan besar sampai mencapai waktu operasi pressure filter 5 jam. Setelah waktu tersebut kenaikan persen removal kekeruhan bertambah sedikit demi sedikit (relatif konstan).
- Masih kecilnya persen removal kekeruhan pada awal operasi filter disebabkan proses mechanical straining belum sempurna. Sehingga partikel-partikel penyebab kekeruhan masih dapat lolos melalui media penyaring, akibatnya kualitas hasil filtrasi (filtrat) jelek.
- Persen removal kekeruhan untuk ketebalan media 45 cm pada akhir run time ( $t=7$  jam) sebesar 76,8 %. Sedangkan untuk ketebalan media 54 cm menghasilkan persen removal kekeruhan 80%, un-

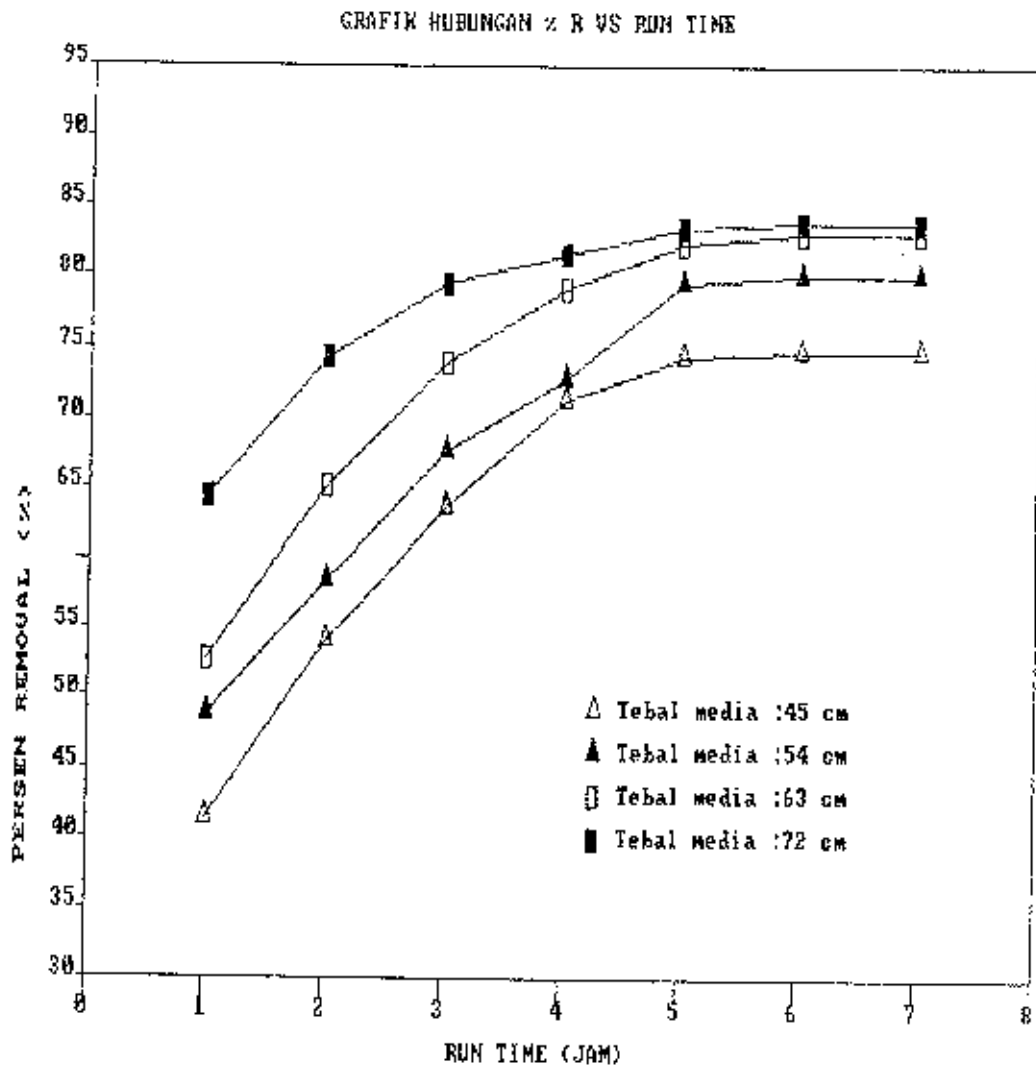
tuk ketebalan media 63 cm menghasilkan persen removal kekeruhan 86,4%, dan untuk ketebalan media 72 cm menghasilkan persen removal kekeruhan 88 %.

- Dari ke empat analisa diatas dapat diketahui ketebalan media 72 cm menghasilkan persen removal kekeruhan terbesar dari 4 variasi ketebalan media. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa dengan bertambahnya ketebalan media akan dapat memperbaiki kualitas hasil filtrasi (filtrat). Tetapi apabila proses filtrasi sudah stabil pertambahan ketebalan media tidak akan dapat memperbaiki kualitas effluent. Seperti pada grafik 5-65 sampai 5-68 terlihat peningkatan persen removal kekeruhan besar pada perubahan ketebalan media 45 cm - 63 cm. Setelah ketebalan media 63 cm peningkatan persen removal kekeruhan kecil sekali sampai pada ketebalan media 72 cm.
- Ke lima analisa tersebut di atas berlaku juga untuk grafik 5-70 sampai 5-72 pada ukuran media (efektif size) 0,92, 1,10, dan 1,35 mm. Hal ini terjadi karena ke tiga grafik tersebut mempunyai pola yang sama dengan grafik 5-69. (kecuali pada harga persen removal kekeruhan yang berbeda).

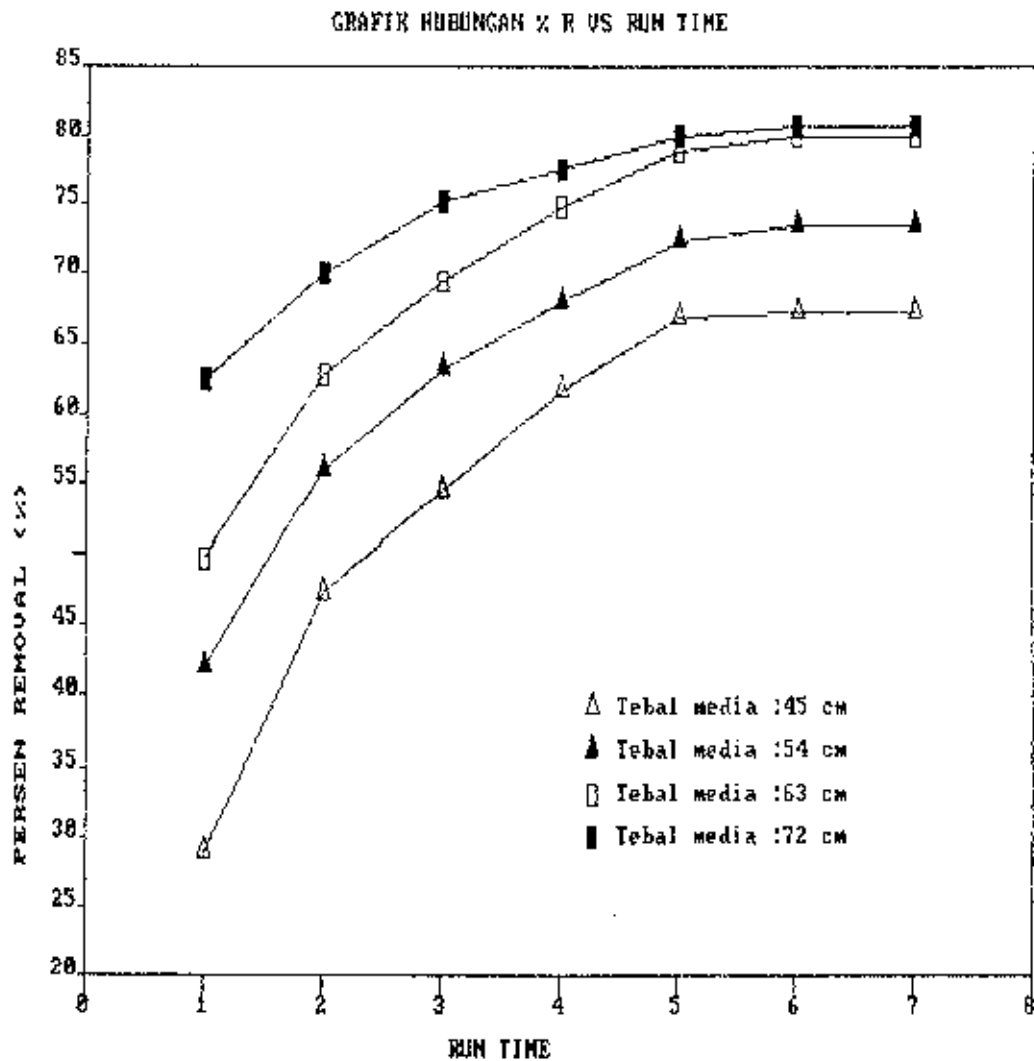




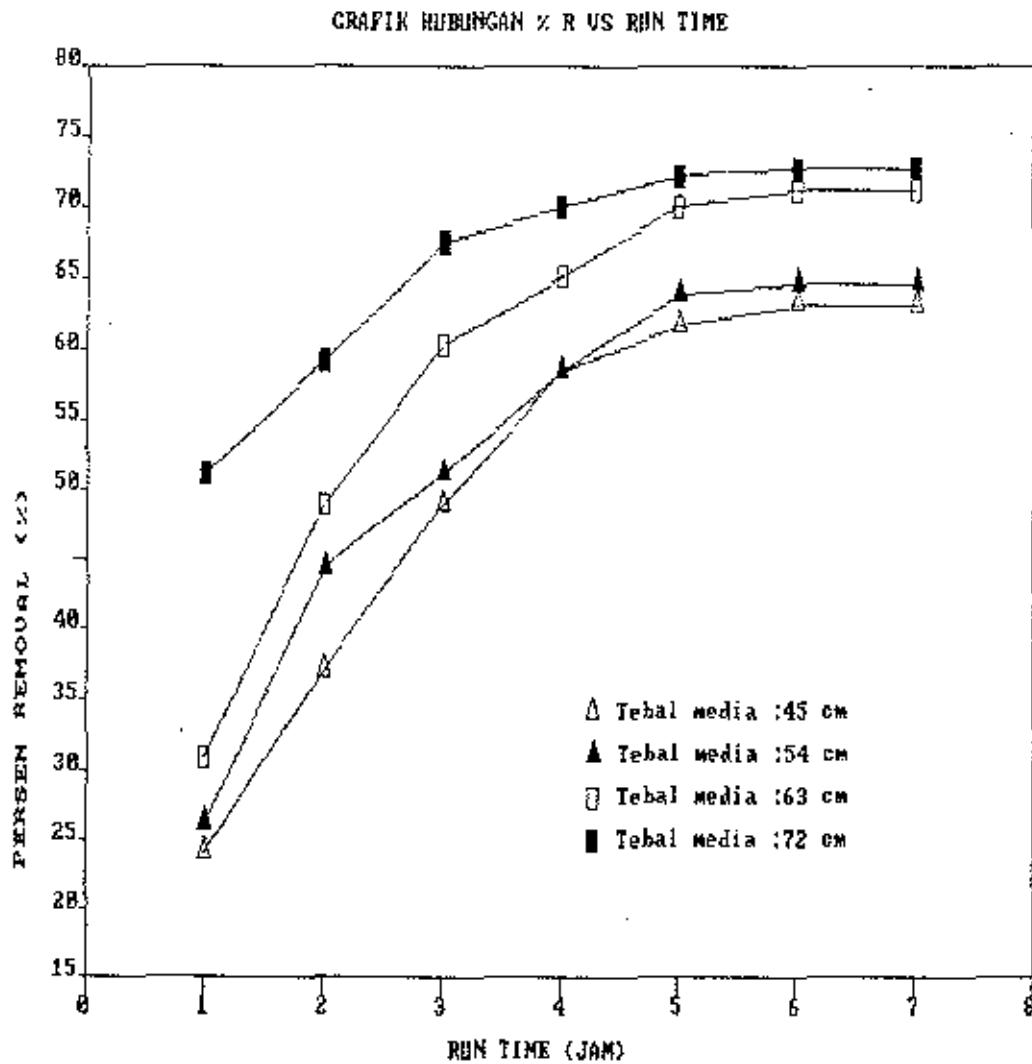
GRAFIK 5 - 69 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,70 mm dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada kecepatan filtrasi optimum.



GRAFIK 5 - 70 : Hubungan % Removal Kekerusuhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 0,82 mm dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada kecepatan filtrasi optimum.



GRAFIK 5 - 71 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada kecepatan filtrasi optimum.



GRAFIK 5 - 72 : Hubungan % Removal Kekerusuhan dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,35 mm dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada kecepatan filtrasi optimum.

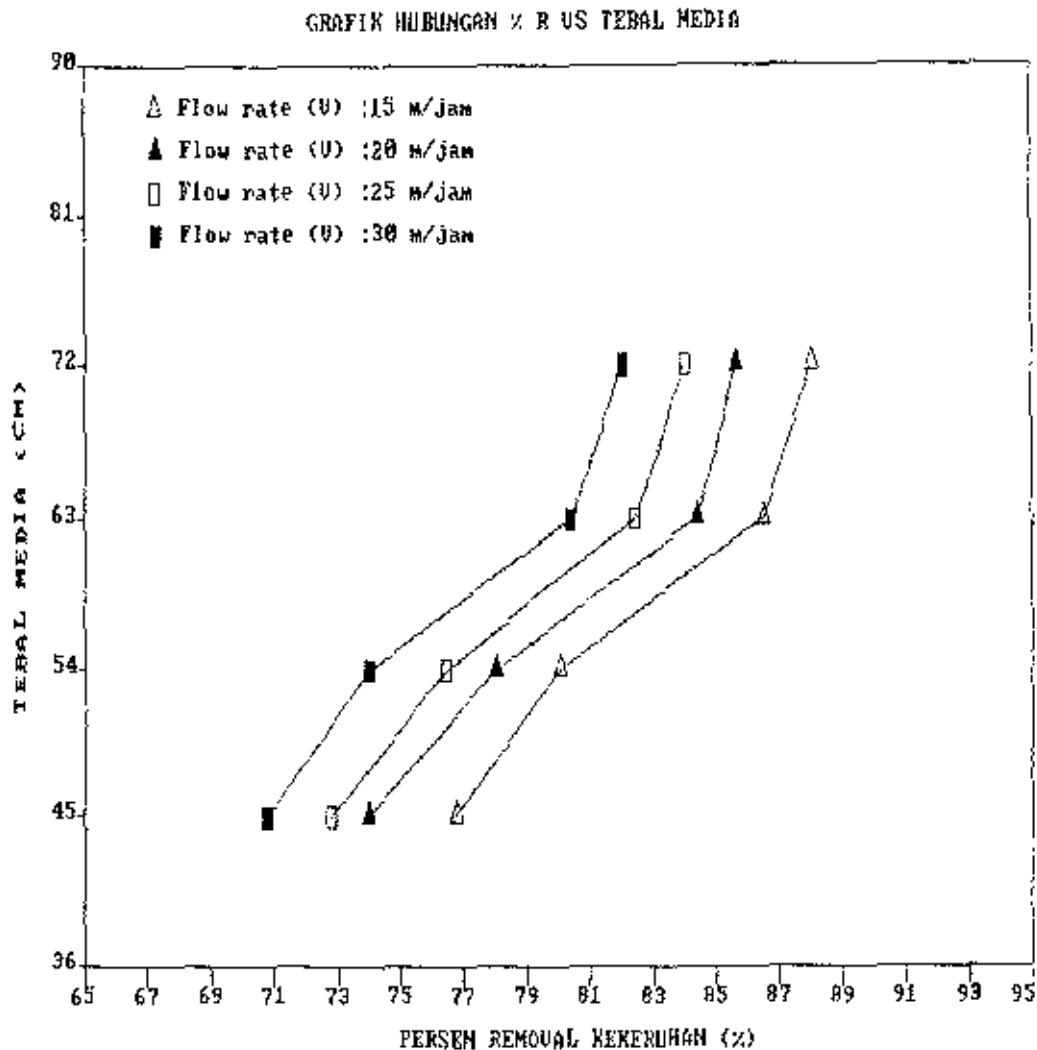
#### 5.4.3 Analisa hubungan Ukuran Media (Efektif Size) dengan Konsentrasi Kekeruhan Effluent.

Dari grafik 5-73, mengenai hubungan ukuran media (ES) dengan konsentrasi kekeruhan effluent pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum). Dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

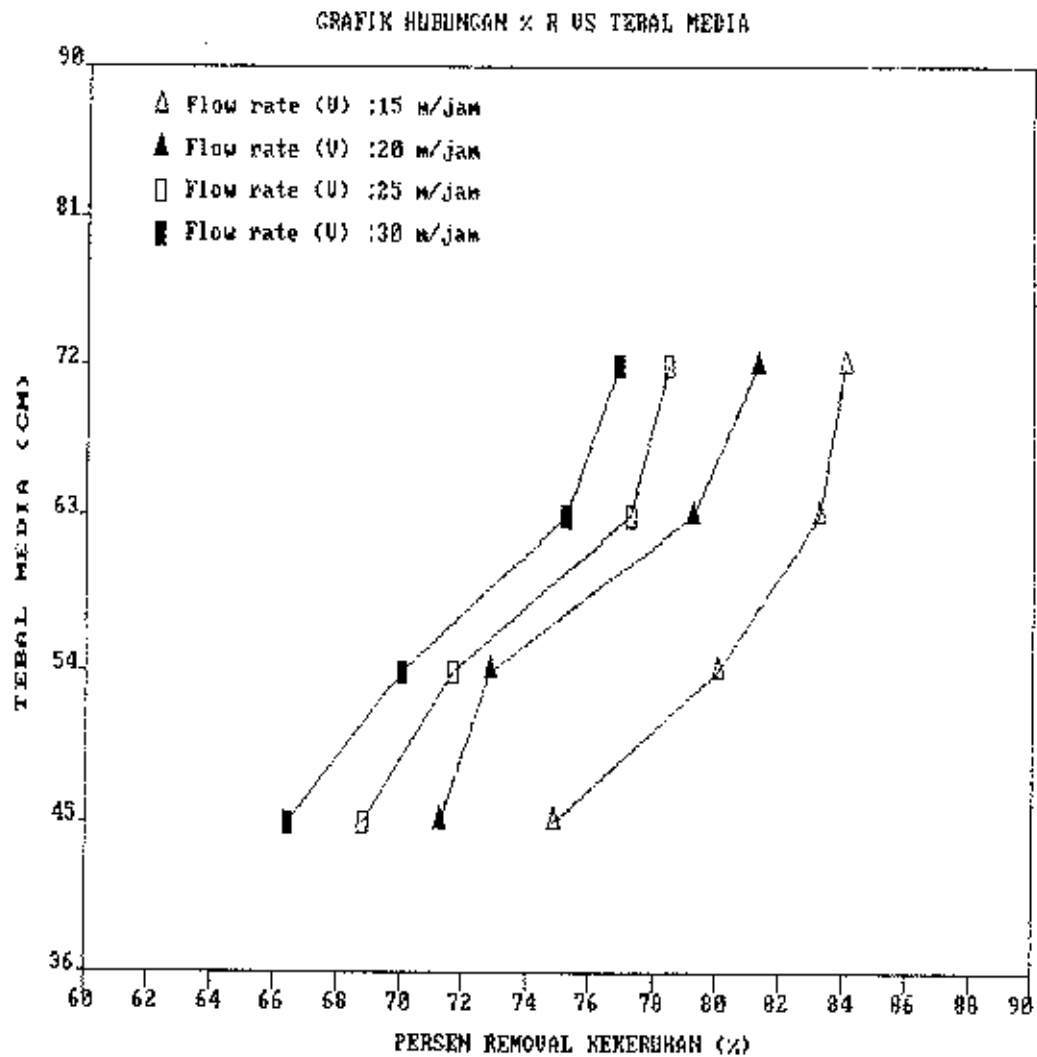
- Konsentrasi kekeruhan effluent kecil pada ukuran media (ES) 0,70 mm, dan semakin besar dengan bertambahnya ukuran media (ES). ini disebabkan dengan bertambahnya ukuran media porositas media akan bertambah besar pula, sehingga proses mechanical straining yang terjadi pada permukaan media tidak sempurna. Akibatnya partikel-partikel suspensi penyebab kekeruhan masih ada yang lolos dari penyaringan, sehingga berpengaruh terhadap hasil filtrasi (filtrat) yaitu kualitas effluent jelek.
- Penurunan konsentrasi kekeruhan effluent besar pada pertambahan ketebalan media dari 45-63 cm. Setelah ketebalan 63 cm penurunan konsentrasi effluent kecil sekali (relatif konstan) sampai pada ketebalan media 72 cm. Hal ini dikarenakan pada ketebalan media tersebut pressure filter sudah mencapai nilai stabil, sehingga meskipun ketebalan media terus ditambah tidak akan memperbaiki kualitas effluent.
- Pada ketebalan media 45 cm untuk perubahan ukuran media (ES) dari 0,70 - 1,35 mm menghasilkan kualitas effluent antara 5,8-9,2 mg/l  $\text{SiO}_2$ . Sedangkan untuk ketebalan media 54 cm kua-

litas effluent yang dihasilkan adalah 5-8,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk ketebalan media 63 cm menghasilkan kualitas effluent antara 3,4-7,2 mg/l  $\text{SiO}_2$ , dan pada tebal media 72 cm kualitas effluent yang dihasilkan adalah 3-6,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ .

- Dari ke tiga analisa di atas dapat diketahui bahwa dengan ketebalan media 72 cm pressure filter dapat menghasilkan kualitas effluent yang terbaik. Sehingga ketebalan media 72 cm merupakan tebal media yang terbaik (optimum) dari keempat perubahan ketebalan media.

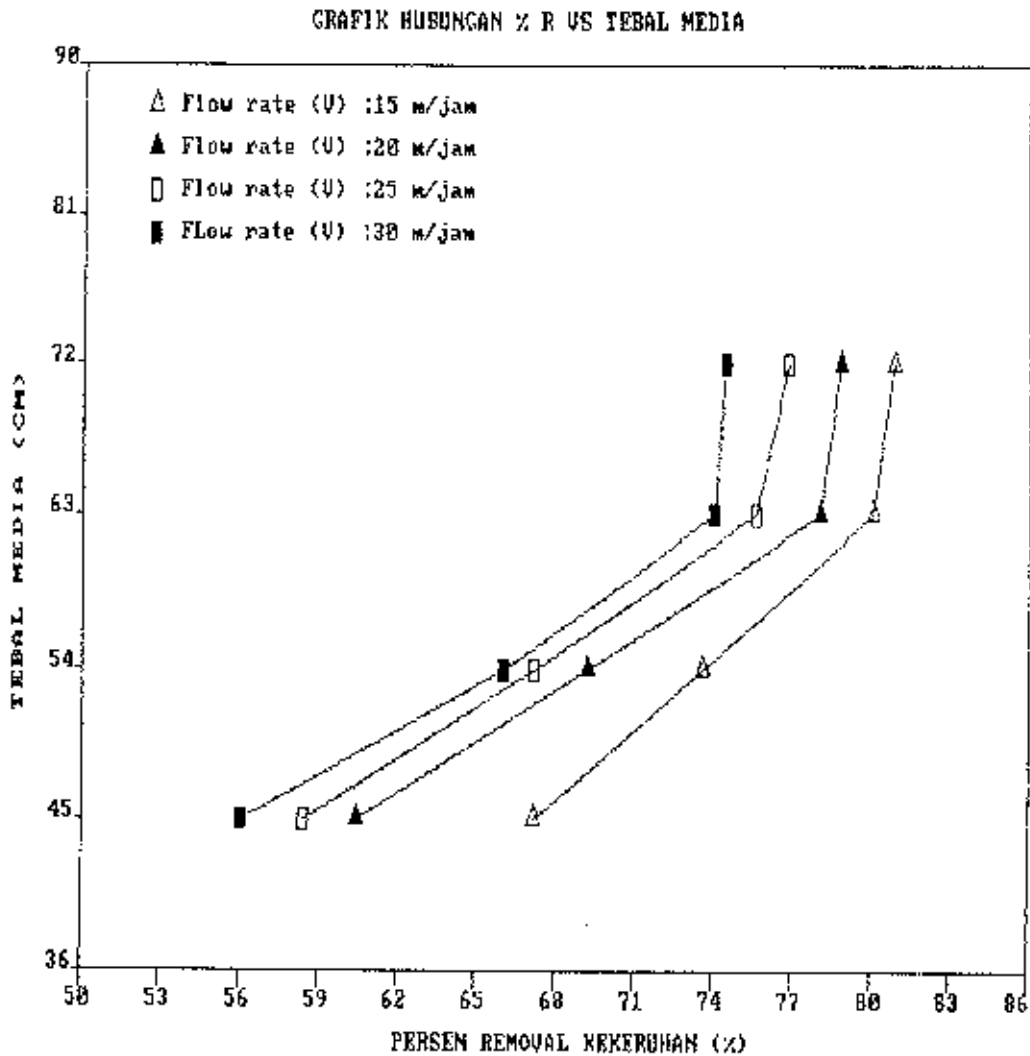


GRAFIK 5 - 61 : Hubungan % Removal Kekerusuhan dengan Tebal Media untuk ES : 0,70 mm dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.

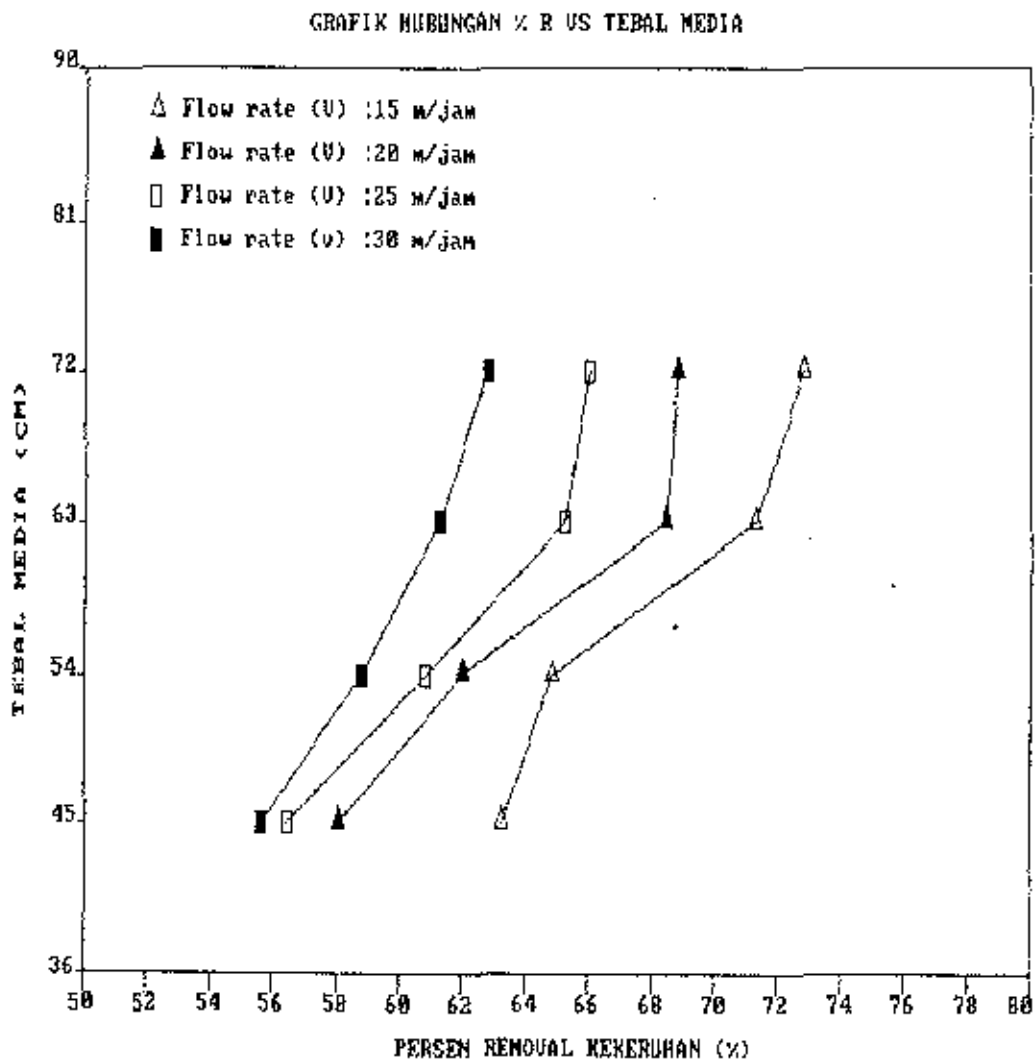


GRAFIK 5 - 62 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Tebal Media untuk ES : 0,92 mm dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.





GRAFIK 5 - 63 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Tebal Media untuk ES : 1,10 mm dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.



GRAFIK 5 - 64 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Tebal Media untuk ES : 1,35 mm dan konsentrasi influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada 4 variasi kecepatan filtrasi, diukur setelah run time 7 jam.

#### 5.4 Analisa Ketebalan Media

Untuk melakukan pembahasan terhadap analisa ketebalan media yang terbaik (optimum) dapat dilakukan dari data-data yang diperoleh dari penelitian mengenai konsentrasi kekeruhan hasil filtrasi dan head yang tersedia pada filterbed. Penentuan ketebalan media yang terbaik diperlukan beberapa analisa sebagai berikut :

1. Analisa mengenai hubungan antara konsentrasi kekeruhan effluent dengan waktu operasi filter pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum) terdapat pada grafik 5-65 s/d 5-68.
2. Analisa mengenai hubungan antara persen removal kekeruhan dengan waktu operasi filter pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum) terdapat pada grafik 5-69 s/d 5-72.
3. Analisa mengenai hubungan antara ukuran media (Efektif Size) dengan konsentrasi kekeruhan effluent pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum) terdapat pada grafik 5-73.
4. Analisa mengenai hubungan antara ukuran media (Efektif Size) dengan persen removal kekeruhan pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum) terdapat pada grafik 5-74.
5. Analisa mengenai hubungan antara ukuran media (efektif size) dengan head loss pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum) terdapat pada grafik 5-75.

#### 5.4.1 Analisa hubungan Waktu Operasi Filter dengan konsentrasi Kekeruhan Effluent.

Dari grafik 5-65 mengenai hubungan waktu operasi filter dengan konsentrasi kekeruhan effluent untuk ES : 0,70 mm dan konsentrasi kekeruhan influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum) dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut:

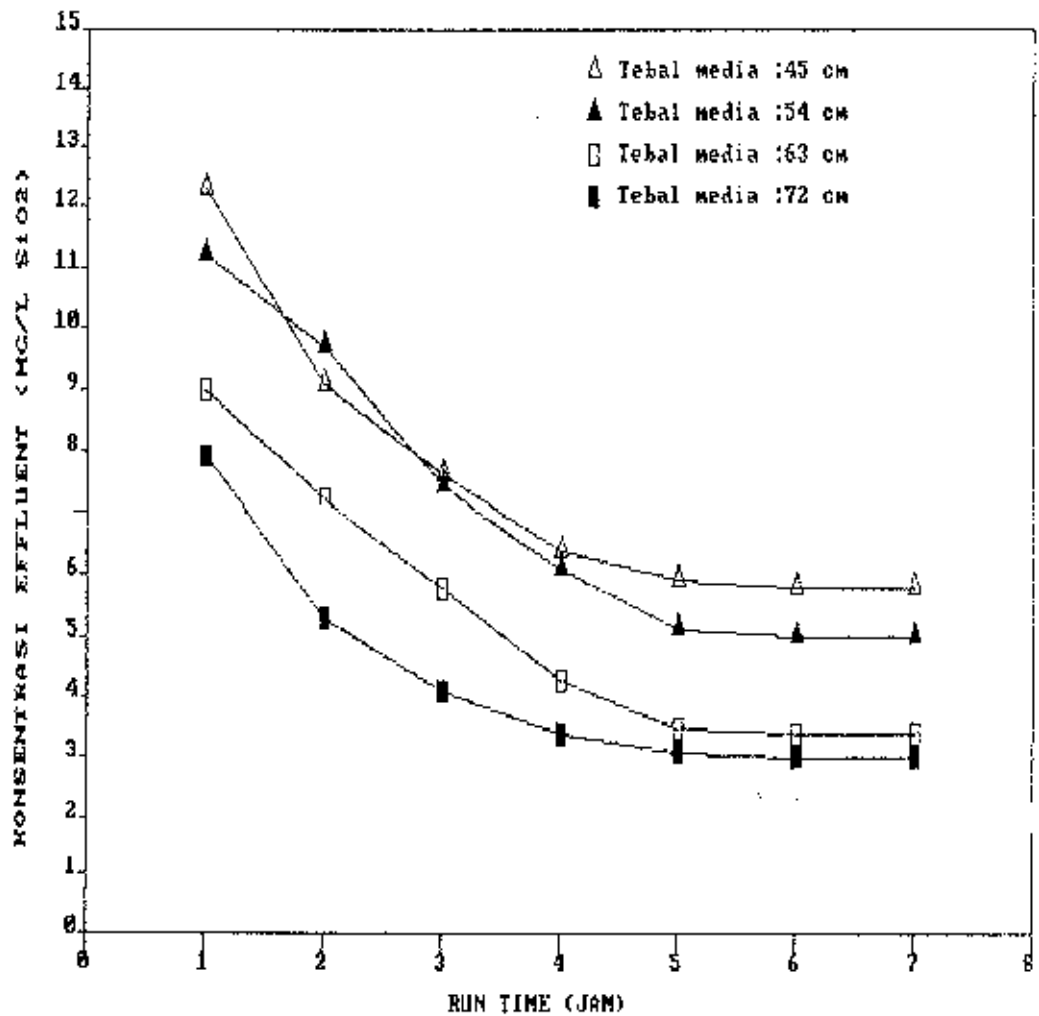
- Pada ketebalan media 45 cm, konsentrasi kekeruhan effluent pada awal operasi masih besar. Konsentrasi kekeruhan effluent akan bertambah kecil dengan bertambahnya waktu operasi filter dan ketebalan media.
- Penurunan konsentrasi kekeruhan effluent besar sampai mencapai waktu operasi pressure filter 5 jam. Setelah waktu tersebut penurunan konsentrasi kekeruhan effluent bertambah sedikit demi sedikit (relatif konstan).
- Masih besarnya konsentrasi kekeruhan effluent pada awal operasi filter disebabkan proses mechanical straining belum sempurna. Sehingga partikel-partikel penyebab kekeruhan masih dapat lolos melalui media penyaring, akibatnya kualitas hasil filtrasi (filtrat) jelek.
- Konsentrasi kekeruhan effluent untuk ketebalan media 45 cm pada akhir run time (t=7 jam) sebesar 5,8 mg/l SiO<sub>2</sub>. Sedangkan untuk ketebalan media 54 cm menghasilkan konsentrasi effluent 5

mg/l  $SiO_2$ , untuk ketebalan media 63 cm menghasilkan konsentrasi effluent 3,4 mg/l  $SiO_2$ , dan untuk ketebalan media 72 cm menghasilkan konsentrasi effluent 3 mg/l  $SiO_2$ .

- Dari keempat analisa diatas dapat diketahui ketebalan media 72 cm menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent terendah dari 4 variasi ketebalan media. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa dengan bertambahnya ketebalan media akan dapat memperbaiki kualitas hasil filtrasi (filtrat). Tetapi apabila proses filtrasi sudah stabil pertambahan ketebalan media tidak akan dapat memperbaiki kualitas effluent. Seperti pada grafik 5-65 sampai 5-68 terlihat penurunan konsentrasi kekeruhan besar pada perubahan ketebalan media 45 cm - 63 cm. Setelah ketebalan media 63 cm penurunan konsentrasi effluent kecil sekali sampai pada ketebalan media 72 cm.

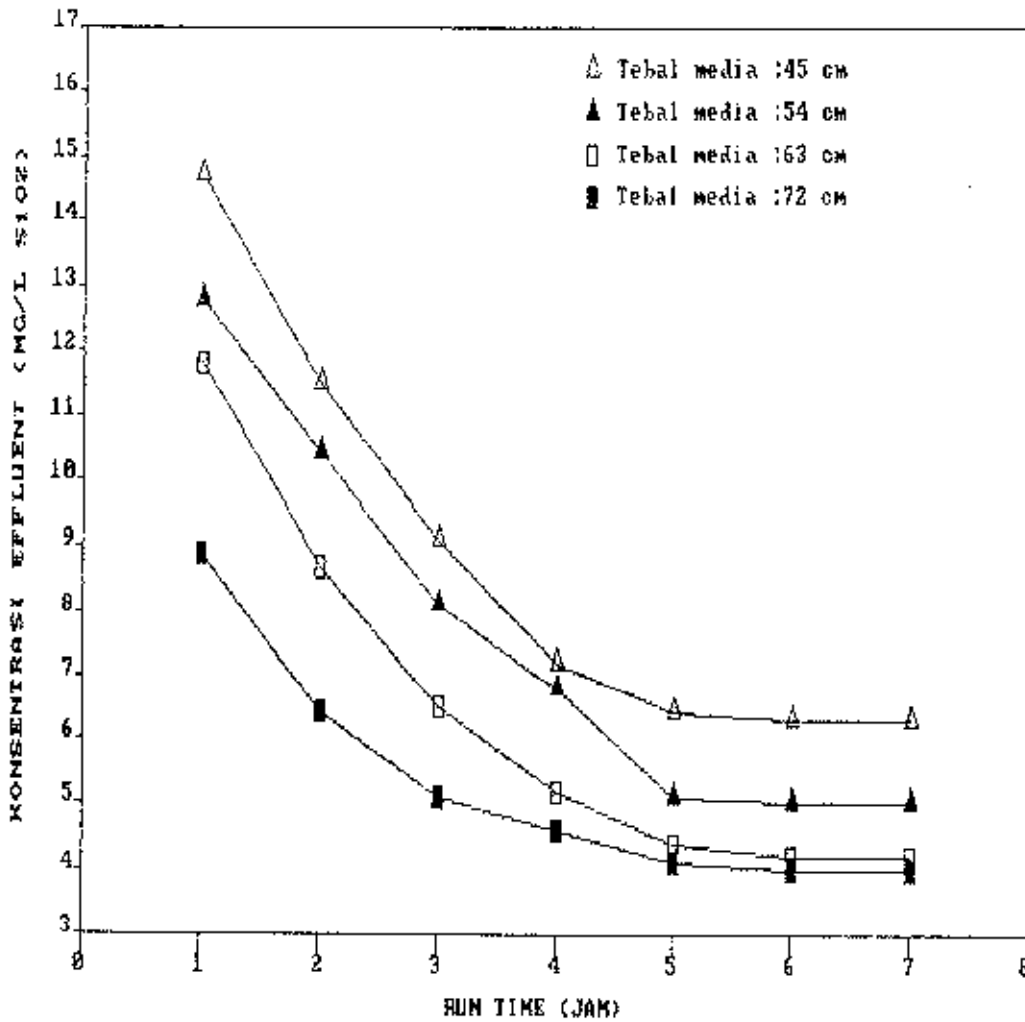
- Ke lima analisa tersebut di atas berlaku juga untuk grafik 5-66 sampai 5-68 pada ukuran media (efektif size) 0,92, 1,10, dan 1,35 mm. Hal ini terjadi karena ketiga grafik tersebut mempunyai pola yang sama dengan grafik 5-65. (kecuali pada harga kon sentrasi kekeruhan effluent yang berbeda).

GRAFIK HUBUNGAN KONS. EFFLUENT VS RUN TIME

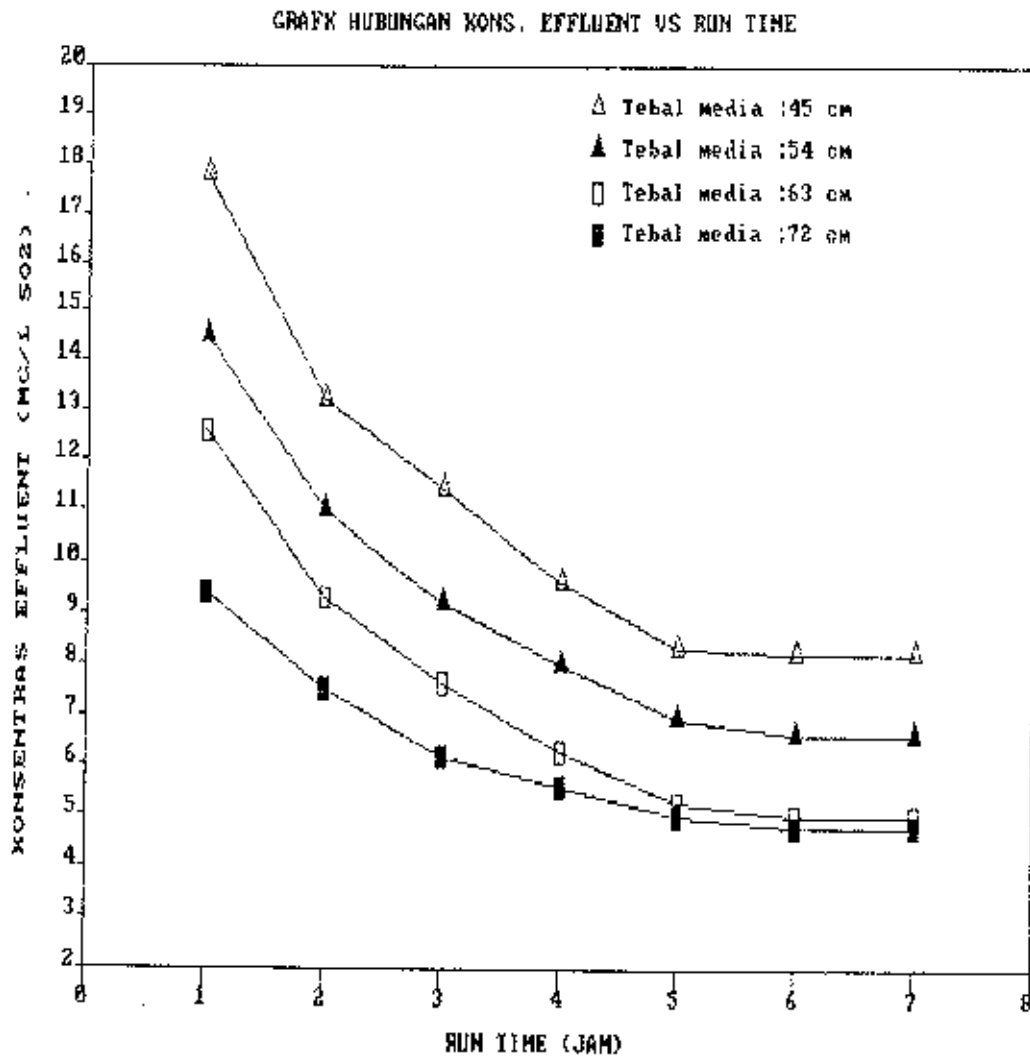


GRAFIK 5 - 65 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES :0,70 mm dan konsentrasi influent :25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada kecepatan filtrasi optimum.

GRAFIK HUBUNGAN KONS.EFFLUENT VS RUN TIME

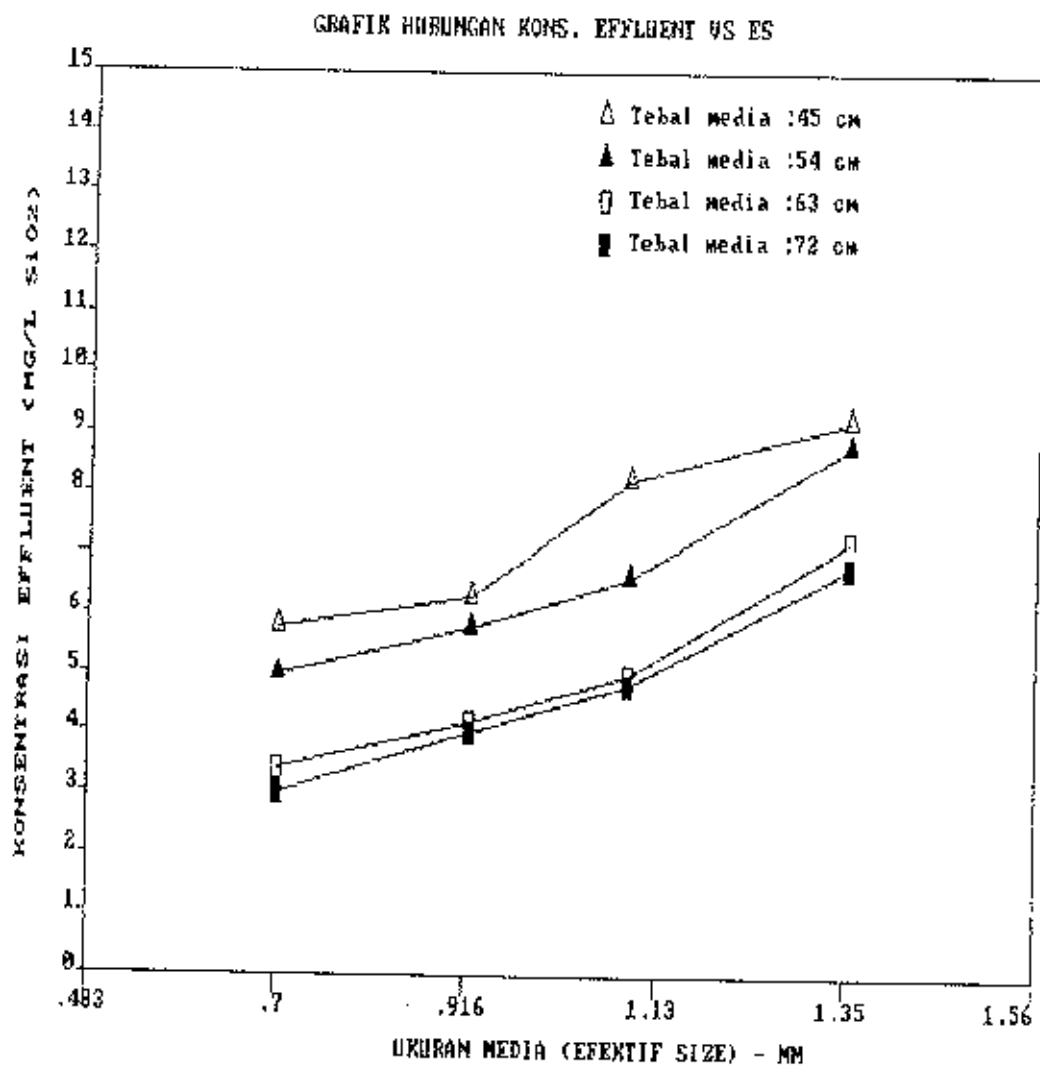


GRAFIK 5 - 66 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES :0,92 mm dan konsentrasi influent :25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada kecepatan filtrasi optimum.



GRAFIK 5 - 67 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk ES : 1,10 mm dan konsentrasi influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada kecepatan filtrasi optimum.





GRAFIK 5 - 73 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Ukuran Media (ES) untuk 4 variasi tebal media pada kecepatan filtrasi optimum dengan konsentrasi influent :25 mg/l SiO<sub>2</sub>, diukur setelah run time selama 7 jam.

#### 5.4.4 Analisa hubungan Ukuran Media (Efektif Size) dengan Persen Removal Kekeruhan.

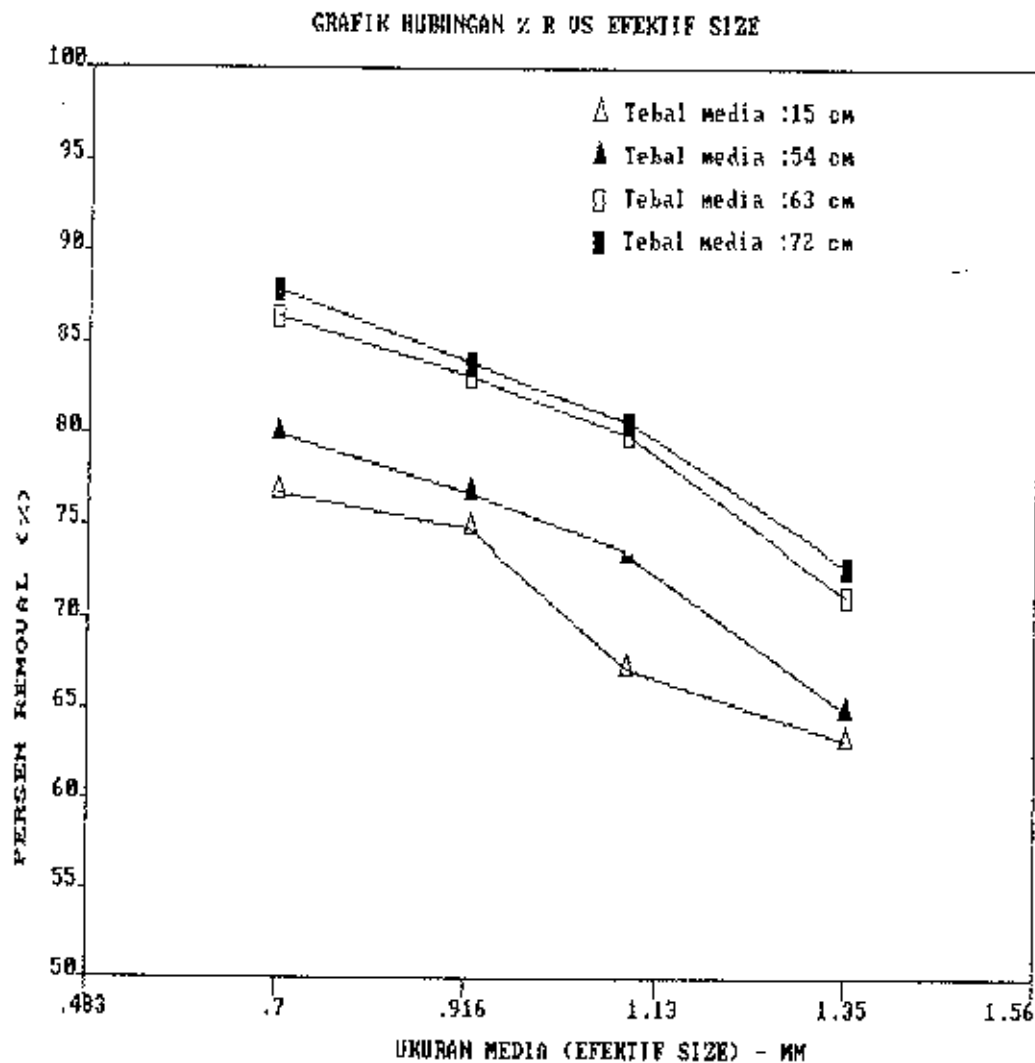
Dari grafik 5-73, mengenai hubungan ukuran media (ES) dengan persen removal kekeruhan effluent pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum). Dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

- Persen removal kekeruhan besar pada ukuran media (ES) 0,70 mm, dan semakin kecil dengan bertambahnya ukuran media (ES). ini disebabkan dengan bertambahnya ukuran media porositas media akan bertambah besar pula, sehingga proses mechanical straining yang terjadi pada permukaan media tidak sempurna. Akibatnya partikel-partikel suspensi penyebab kekeruhan masih ada yang lolos dari penyaringan, sehingga berpengaruh terhadap hasil filtrasi (filtrat) yaitu kualitas effluent jelek.
- Peningkatan persen removal kekeruhan besar pada pertambahan ketebalan media dari 45-63 cm. Setelah ketebalan 63 cm peningkatan persen removal kekeruhan kecil sekali (relatif konstan) sampai pada ketebalan media 72 cm. Hal ini dikarenakan pada ketebalan media tersebut pressure filter sudah mencapai nilai stabil, sehingga meskipun ketebalan media terus ditambah tidak akan memperbaiki kualitas effluent.
- Pada ketebalan media 45 cm untuk perubahan ukuran media (ES) dari 0,70 - 1,35 mm menghasilkan persen removal kekeruhan 76,8 - 63,2 %. Sedangkan untuk ketebalan media 54 cm persen removal

#### ANALISA HASIL PENELITIAN

kekeruhan yang dihasilkan adalah 80 - 64,8 %, untuk ketebalan media 63 cm menghasilkan persen removal kekeruhan 86,4 - 71,2 % , dan pada tebal media 72 cm persen removal kekeruhan yang diha- silkan adalah 88 - 72,8 %.

- Dari ke tiga analisa di atas dapat diketahui bahwa dengan ketebalan media 72 cm pressure filter dapat menghasilkan persen removal kekeruhan yang terbaik. Sehingga ketebalan media 72 cm merupakan tebal media yang terbaik (optimum) dari keempat perubahan ketebalan media.



GRAFIK 5 - 74 : Hubungan % Removal Kekeruhan dengan Ukuran Media (ES) untuk 4 variasi tebal media pada kecepatan filtrasi optimum dengan konsentrasi influent :25 mg/l  $\text{SiO}_2$ , diukur setelah run time selama 7 jam.

#### 5.4.5 Analisa hubungan Ukuran Media (Efektif Size) dengan Head Loss.

Dari grafik 5-75, mengenai hubungan ukuran media (ES) dengan head loss ffluent pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum). Dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

- Head loss yang terjadi pada filterbed untuk ke empat perubahan, ketebalan media semakin menurun dengan bertambahnya ukuran media (ES). Hal ini disebabkan bahwa dengan bertambah besarnya ukuran butiran media akan memperbesar porositas media, dengan porositas media yang besar kecepatan aliran dan gesekan antara air dengan media dalam filterbed akan kecil. Akibatnya kehilangan tekanan (head loss) yang terjadi pada filterbed akan kecil pula.
- Dengan bertambahnya ukuran media (ES) kehilangan tekanan yang terjadi semakin kecil, sehingga sisa tekanan yang tersedia setelah proses filtrasi masih besar. Tetapi dengan bertambah besarnya ukuran media (ES) kualitas hasil filtrasi bertambah buruk.
- Bertambahnya ketebalan media untuk ukuran media yang sama akan memperbesar head loss pada filterbed. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa bertambahnya ketebalan media dan waktu operasi filter akan memperbesar kehilangan tekanan. Karena bertambahnya tebal media akan memperpanjang terjadinya gesekan antara air dengan media dan bertambahnya waktu operasi filter akan

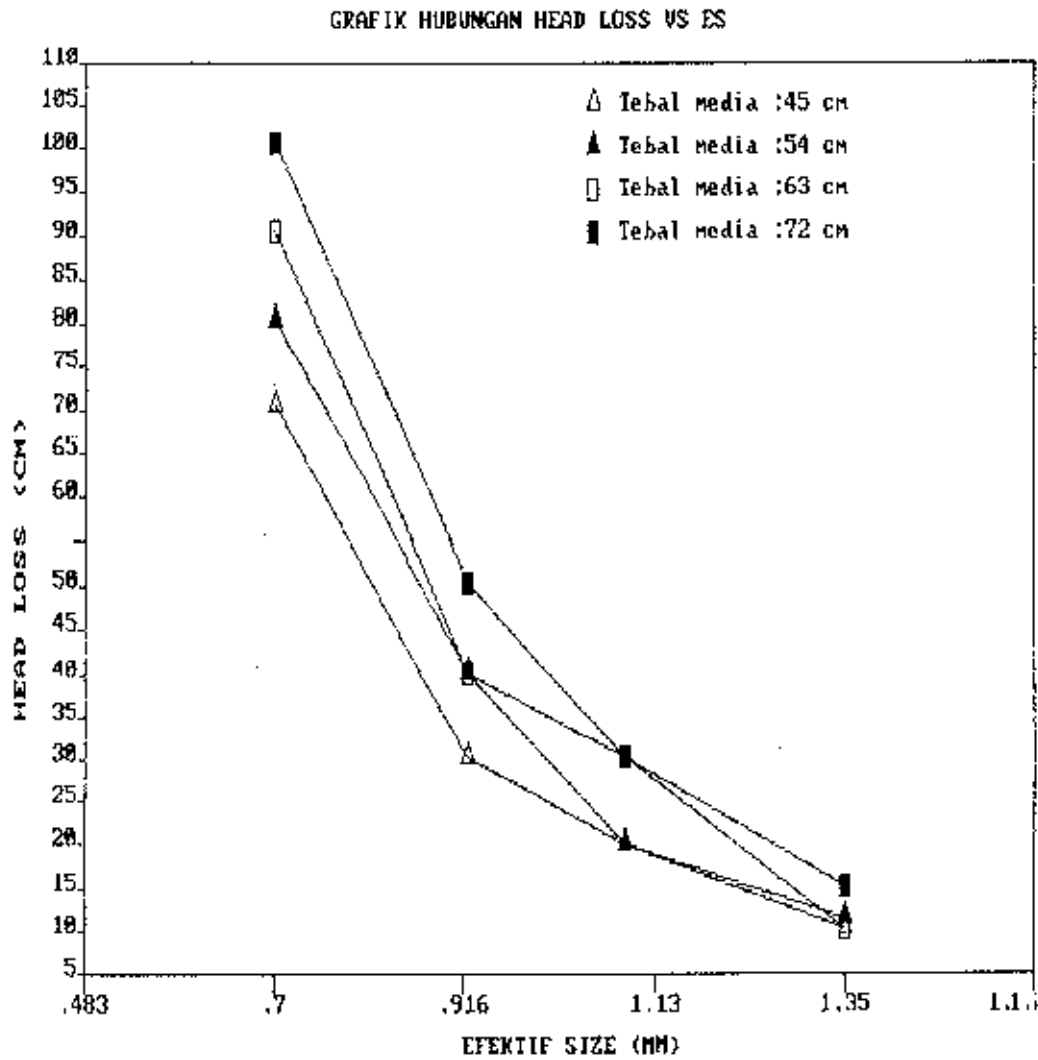
mempersimpit rongga yang dilalui air (porositas menjadi kecil) yang pada akhirnya akan tersumbat (clogging).

- Pada tebal media 45 cm untuk perubahan ukuran media (ES) dari 0,70 - 1,35 mm kehilangan tekanan (head loss) yang terjadi adalah 10,1 - 79,5 cm kolom air. Sedangkan untuk tebal media 54 cm head loss yang terjadi antara 10,1 - 80,5 cm kolom air, untuk ketebalan media 63 cm head loss yang terjadi antara 10,1 - 90,6 cm kolom air, dan untuk ketebalan media 72 cm head loss yang antara 20,2 - 100,7 cm kolom air.
- Untuk lebih jelasnya head loss yang terjadi pada filterbed untuk setiap ukuran media (ES) dan perubahan ketebalan media terdapat pada tabel 5-1 di bawah ini.

Tabel 5-1 : Head loss yang terjadi pada filterbed untuk setiap perubahan ukuran media (ES) dan tebal media diukur setelah run time 7 jam.

Tebal media	Ukuran media (ES)			
	0,70 mm	0,92 mm	1,10 mm	1,35 mm
45 cm	70,5 cm	30,2 cm	20,2 cm	10,1 cm
54 cm	80,5 cm	40,3 cm	30,2 cm	10,1 cm
63 cm	90,6 cm	40,3 cm	30,2 cm	10,1 cm
72 cm	100,7 cm	50,3 cm	30,2 cm	10,1 cm

Harga head loss dalam satuan cm kolom air.



GRAFIK 5 - 75 : Hubungan Head Loss dengan Ukuran Media(ES) untuk 4 variasi tebal media pada kecepatan filtrasi optimum dengan konsentrasi influent :25 mg/l  $\text{SiO}_2$ , diukur setelah run time selama 7 jam.

## 5.5 Analisa Ukuran Media (Efektif Size)

Untuk melakukan pembahasan terhadap analisa ukuran media (Efektif Size) yang terbaik (optimum) dapat dilakukan dari data-data yang diperoleh dari penelitian mengenai konsentrasi kekeruhan hasil filtrasi dan head yang tersedia pada filterbed. Penentuan ukuran media (ES) yang terbaik diperlukan beberapa analisa sebagai berikut :

1. Analisa mengenai hubungan antara konsentrasi kekeruhan efektif dengan waktu operasi filter pada kecepatan filtrasi dan tebal media terbaik (optimum) terdapat pada grafik 5-76.
2. Analisa mengenai hubungan antara persen removal kekeruhan dengan waktu operasi filter pada kecepatan filtrasi dan tebal media terbaik (optimum) terdapat pada grafik 5-77.
3. Analisa mengenai hubungan antara tebal media dengan persen removal kekeruhan pada kecepatan filtrasi terbaik (optimum) terdapat pada grafik 5-78.
4. Analisa mengenai hubungan antara kecepatan filtrasi dengan persen removal kekeruhan pada tebal media terbaik (optimum) terdapat pada grafik 5-79.
5. Analisa mengenai hubungan antara tebal media dengan head loss pada kecepatan filtrasi terbaik terdapat pada grafik 5-80.
6. Analisa mengenai hubungan antara kecepatan filtrasi dengan head loss pada tebal media terbaik terdapat pada grafik 5-81.

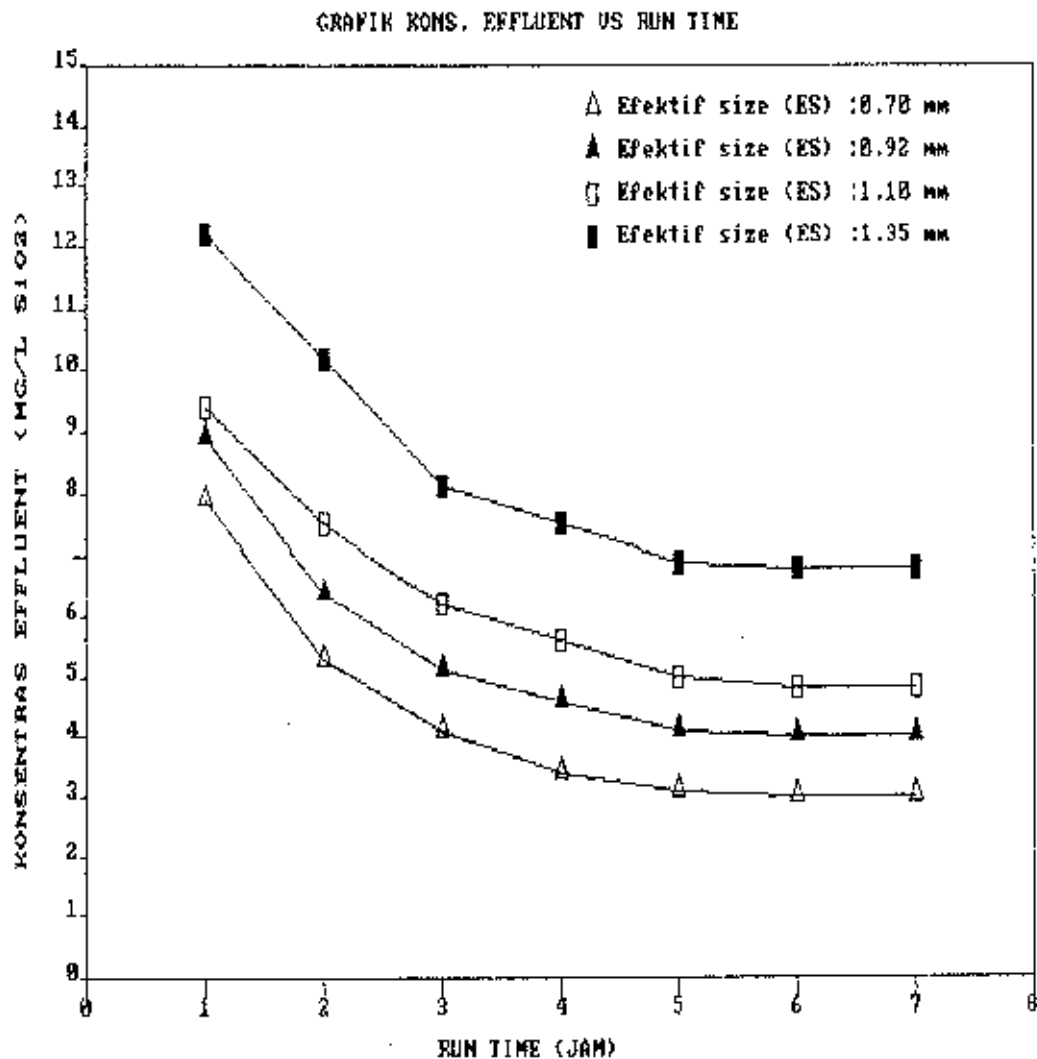


### 5.5.1 Analisa hubungan Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Kekeruhan Effluent.

Dari grafik 5-76 mengenai hubungan waktu operasi filter dengan konsentrasi kekeruhan effluent untuk 4 variasi ukuran media (ES) pada kecepatan filtrasi terbaik (15 m/jam) dan tebal media terbaik (72 cm). Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

- Konsentrasi kekeruhan effluent pada awal operasi pressure filter ( $t=1$  jam) masih besar. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu tersebut proses mechanical straining yang terjadi pada permukaan media belum sempurna. Sehingga partikel-partikel suspensi penyebab kekeruhan masih dapat lolos (tidak tersaring), akibatnya kualitas effluent buruk (jelek).
- Penurunan konsentrasi kekeruhan effluent besar sampai pada waktu operasi pressure filter 5 jam. Setelah waktu tersebut penurunan konsentrasi kekeruhan effluent sedikit demi sedikit (relatif konstan). Ini terjadi karena setelah waktu operasi filter 5 jam proses filtrasi pada pressure filter mendekati nilai stabil, sehingga walaupun waktu operasi filter bertambah tidak akan memperbaiki kualitas effluent.
- Sampai pada waktu operasi filter 7 jam, ukuran media (ES) 0,70 mm dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan effluent sampai 3 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk ukuran media (ES) 0,92 mm dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan effluent sampai 4 mg/l  $\text{SiO}_2$ , untuk ukuran

- media (ES) 1,10 mm menurunkan konsentrasi effluent sampai 4,8 mg/l  $\text{SiO}_2$  dan untuk ukuran media (ES) menurunkan konsentrasi effluent sampai 6,8 mg/l  $\text{SiO}_2$ .
- Dari grafik hubungan waktu operasi filter dengan konsentrasi kekeruhan effluent diketahui ukuran media (ES) 0,70, 0,92, dan 1,10 mm menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent dibawah standart kualitas kekeruhan air minum yang dianjurkan yaitu 5 mg/  $\text{SiO}_2$ . Sehingga untuk menentukan ukuran media (ES) yang terbaik (optimum) dapat dilakukan dengan mempertimbangkan head loss yang terjadi pada masing-masing ukuran media (ES) tersebut.

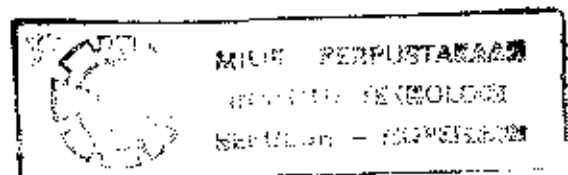


GRAFIK 5 - 76 : Hubungan Konsentrasi Effluent dengan Waktu Operasi filter untuk 4 variasi ukuran media (ES) dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada kecepatan filtrasi dan tebal media optimum.

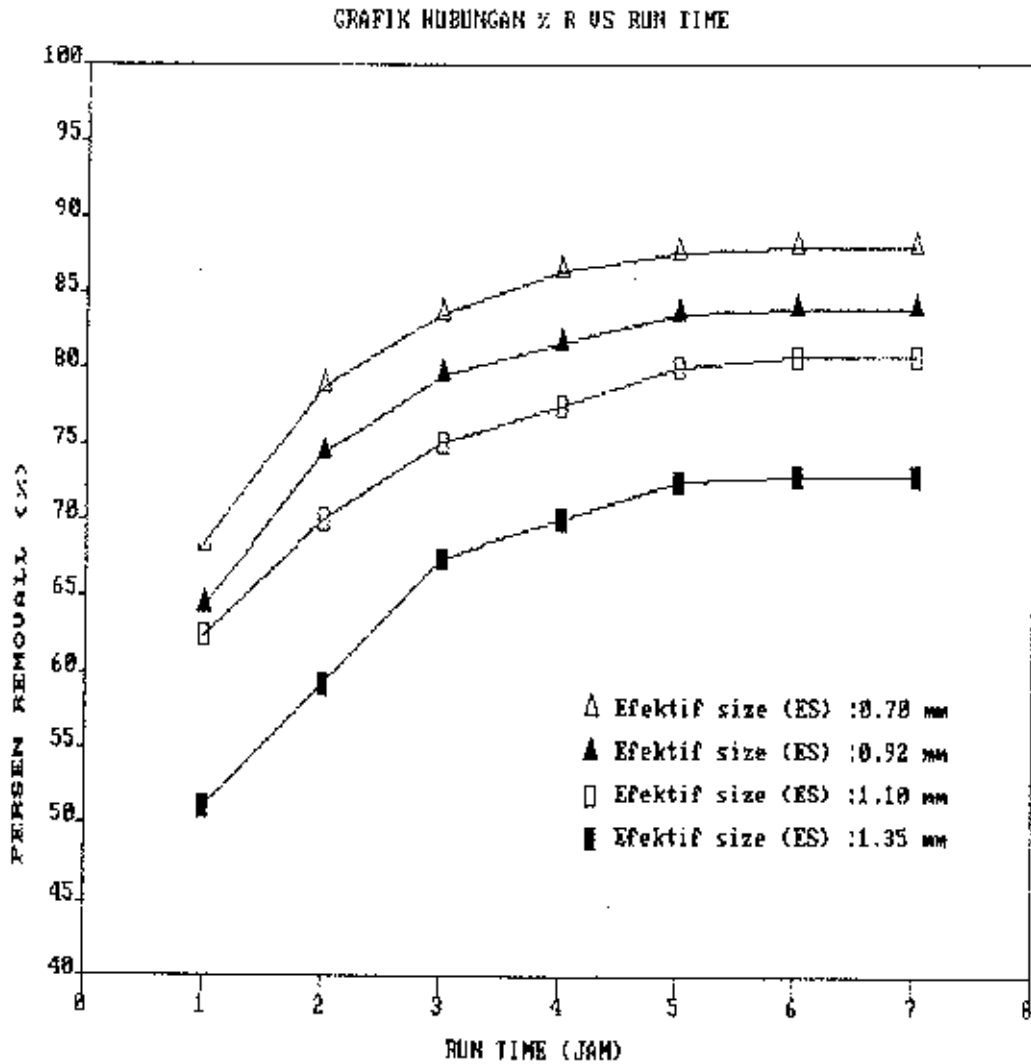
### 5.5.2 Analisa hubungan Waktu Operasi Filter dengan Persen Removal Kekeruhan.

Dari grafik 5-77 mengenai hubungan waktu operasi filter dengan persen removal kekeruhan untuk 4 variasi ukuran media (ES) pada kecepatan filtrasi terbaik (15 m/jam) dan tebal media terbaik (72 cm). Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

- Persen removal kekeruhan pada awal operasi pressure filter ( $t=1$  jam) masih besar. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu tersebut proses mechanical straining yang terjadi pada permukaan media belum sempurna. Sehingga partikel-partikel suspensi penyebab kekeruhan masih dapat lolos (tidak tersaring), akibatnya kualitas effluent buruk (jelek).
- Peningkatan persen removal kekeruhan besar sampai pada waktu operasi pressure filter 5 jam. Setelah waktu tersebut peningkatan persen removal kekeruhan sedikit demi sedikit (relatif konstan). Ini terjadi karena setelah waktu operasi filter 5 jam proses filtrasi pada pressure filter mendekati nilai stabil, sehingga walaupun waktu operasi filter bertambah tidak akan memperbaiki kualitas effluent.
- Sampai pada waktu operasi filter 7 jam, ukuran media (ES) 0,70 mm dapat meremoval kekeruhan sebesar 88 %, untuk ukuran media (ES) 0,92 mm dapat meremoval kekeruhan sebesar 84 %, untuk ukuran media (ES) 1,10 mm meremoval kekeruhan sampai 80,8 % dan



- untuk ukuran media (ES) meremoval kekeruhan sampai 72,8 %.
- Dari grafik hubungan waktu operasi filter dengan persen removal kekeruhan diketahui ukuran media (ES) 0,70, 0,92, dan 1,10 mm dapat meremoval kekeruhan lebih dari 80 %. Sedangkan untuk ukuran media (ES) 1,35 mm meremoval konsentrasi kekeruhan kurang dari 80 %. Untuk menentukan ukuran media (ES) terbaik (optimum) perlu dipertimbangkan juga head loss yang terjadi pada masing-masing ukuran media (ES).



GRAFIK 5 - 77 : Hubungan % Removal Kekerusuhan dengan Waktu Operasi filter untuk 4 variasi ukuran media (ES) dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada kecepatan filtrasi dan tebal media optimum.

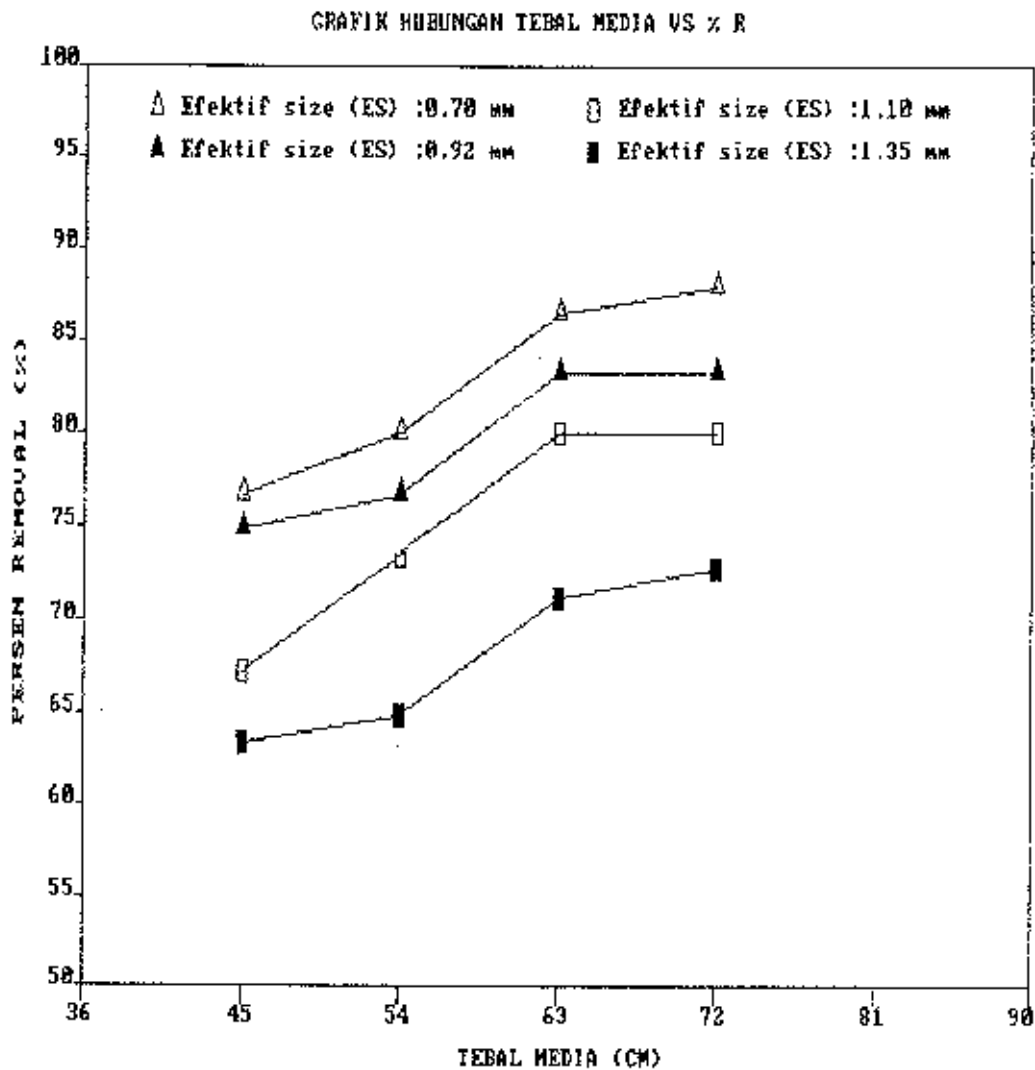
### 5.5.3 Analisa hubungan Tebal Media dengan % Removal Kekeruhan.

Dari grafik 5-78 mengenai hubungan tebal media dengan persen removal kekeruhan untuk 4 variasi ukuran media (ES) pada kecepatan filtrasi terbaik (15 m/jam). Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

- Dengan bertambahnya ketebalan media, persen removal konsentrasi kekeruhan meningkat. Ini disebabkan dengan bertambahnya ketebalan media mekanisme filtrasi yang terjadi dalam pressure filter lebih lama atau media penyaring lebih dalam, sehingga partikel-partikel suspensi penyebab kekeruhan yang tersaring lebih banyak.
- Peningkatan persen removal kekeruhan besar sampai pada ketebalan media 63 cm. Setelah ketebalan media tersebut persen removal kekeruhan naik sedikit demi sedikit (relatif konstan) sampai pada ketebalan media 72 cm. Karena pada ketebalan tersebut filter sudah mencapai pada nilai stabil, sehingga apabila ketebalan media ditambah tidak akan memperbaiki kualitas hasil filtrasi (tidak menaikkan persen removal kekeruhan).
- Sampai pada ketebalan media 72 cm, untuk ukuran media (ES) 0,70 mm dapat meremoval kekeruhan air baku sebesar 88 %, untuk ukuran media (ES) 0,92 mm dapat meremoval kekeruhan air baku sebesar 84 %, untuk ukuran media (ES) 1,10 mm dapat meremoval kekeruhan air baku sebesar 80,8 %, dan untuk ukuran media (ES) 1,35 mm dapat meremoval kekeruhan air baku sebesar 72,8 %.

- Dari analisa point 3 diketahui ukuran media (ES) 0,70 mm dapat meremoval kekeruhan lebih baik dari ke tiga perubahan ukuran media (ES). Hal ini disebabkan ukuran media (ES) tersebut mempunyai porositas kecil, sehingga proses mechanical straining terjadi lebih sempurna.



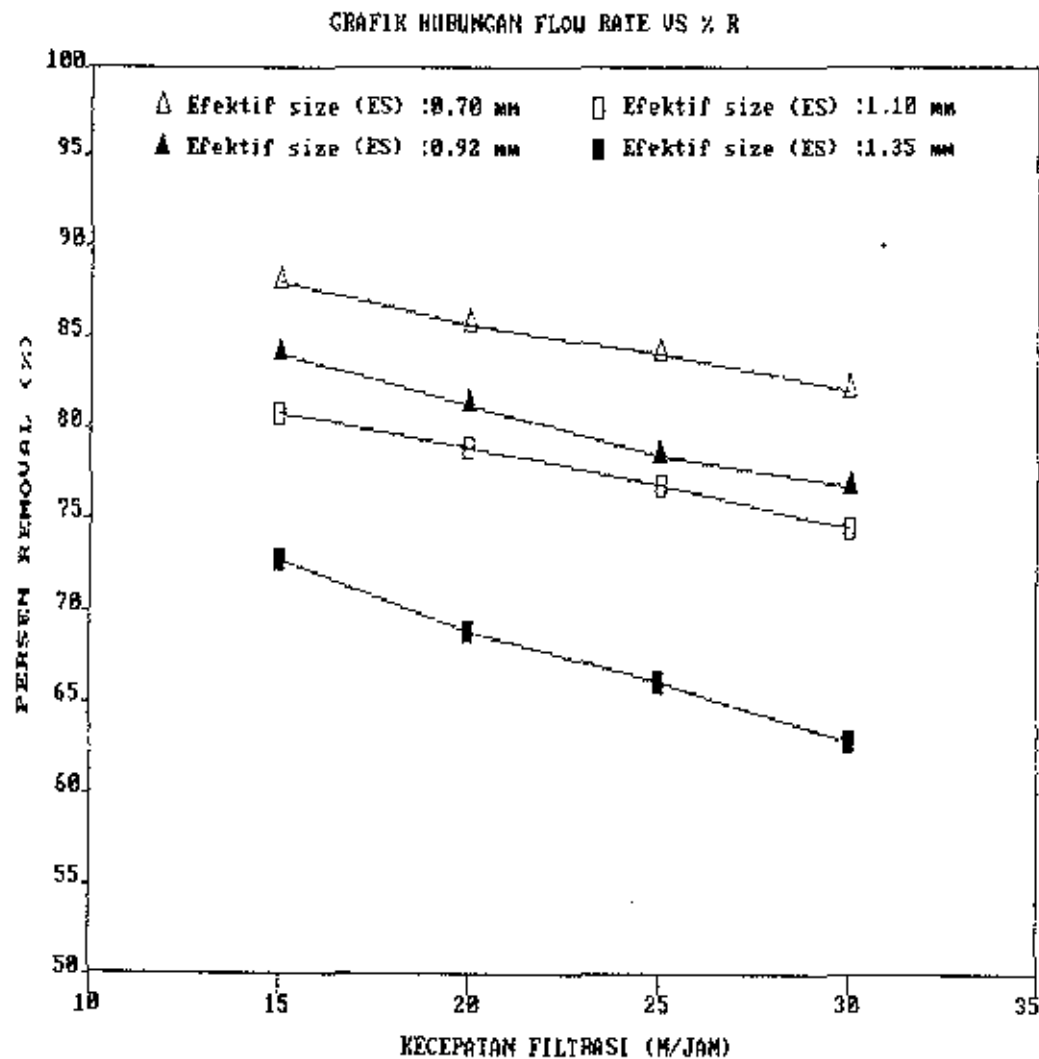


GRAFIK 5 - 78 : Hubungan Tebal Media dengan % Removal Kekeruhan untuk 4 variasi ukuran media (ES) dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada kecepatan filtrasi optimum, diukur setelah run time 7 jam.

#### 5.5.4 Analisa hubungan Kecepatan Filtrasi dengan % Removal Kekeruhan.

Dari grafik 5-79 mengenai hubungan kecepatan filtrasi dengan persen removal kekeruhan untuk 4 variasi ukuran media (ES) pada tebal media terbaik (72 cm). Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

- Dengan bertambahnya kecepatan filtrasi, persen removal konsentrasi kekeruhan menurun. Ini disebabkan dengan bertambahnya kecepatan filtrasi waktu kontak antara air dengan media lebih sedikit, sehingga proses pelekatan (attachment) yang terjadi dalam pressure filter tidak sempurna dan dengan bertambahnya kecepatan filtrasi akan mempercepat filterrun, sehingga kemungkinan terjadinya mekanisme pengelupasan (detachment) lebih besar.
- Perubahan kecepatan filtrasi dari 15 - 30 m/jam dapat menurunkan persen removal kekeruhan, untuk ukuran media (ES) 0,70 mm antara 88 % sampai 82 %, untuk ukuran media (ES) 0,92 mm antara 84 % sampai 78,8 %, untuk ukuran media (ES) 1,10 mm antara 80,8 % sampai 74,4 %, dan untuk ukuran media (ES) 1,35 antara 72,8 % sampai 62,8 %.
- Dari analisa point 2 diketahui ukuran media (ES) 0,70 mm dapat meremoval kekeruhan lebih baik dari ke tiga perubahan ukuran media (ES). Hal ini disebabkan ukuran media (ES) tersebut mempunyai porositas kecil, sehingga proses mechanical straining terjadi lebih sempurna.



GRAFIK 5 - 79 : Hubungan Kecepatan Filtrasi dengan % Removal Ke-  
keruhan untuk 4 variasi ukuran media (ES) dan  
konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada tebal  
media optimum, diukur setelah run time 7 jam.

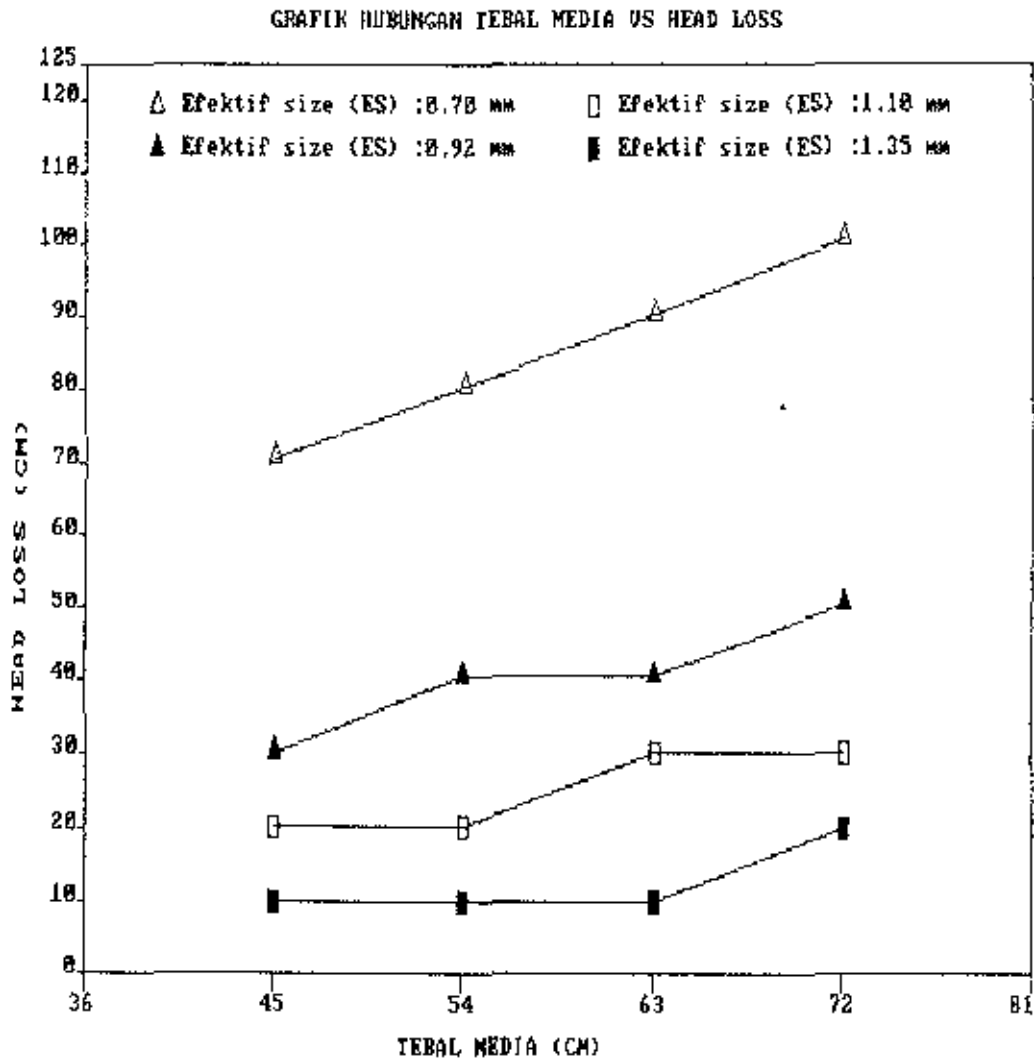
### 5.5.5 Analisa hubungan Tebal Media dengan Head Loss

Dari grafik 5-80 mengenai hubungan tebal media dengan head loss untuk 4 variasi ukuran media (ES) pada kecepatan filtrasi terbaik (15 m/jam). Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

- Head loss yang terjadi pada filterbed untuk ke empat perubahan ukuran media (ES) semakin meningkat dengan bertambahnya ketebalan media. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya ketebalan media akan memperpanjang terjadinya gesekan antara air dengan media, sehingga kehilangan tekanan yang terjadi pada filterbed akan besar.
- Bertambahnya ukuran media (ES) untuk tebal media yang sama akan memperkecil head loss pada filterbed. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa bertambahnya ukuran media (ES) memperbesar ukuran butiran media akan memperbesar porositas media, dengan porositas media yang besar kecepatan aliran dan gesekan antara air dengan media dalam filterbed akan kecil. Akibatnya kehilangan tekanan (head loss) yang terjadi pada filterbed akan kecil pula.
- Perubahan ketebalan media dari 45 - 72 cm dapat meningkatkan head loss yang terjadi pada filterbed. Untuk ukuran media (ES) 0,70 mm kehilangan tekanan (head loss) meningkat dari 70,5 sampai 100,7 cm kolom air, untuk ukuran media (ES) 0,92 cm kehilangan tekanan (head loss) meningkat dari 30,2 sampai 50,3

cm kolom air, untuk ukuran media (ES) 1,10 mm kehilangan tekanan meningkat dari 20,2 sampai 30,3 cm kolom air, dan untuk ukuran media (ES) 1,35 cm head loss meningkat dari 10,1 sampai 20,2 cm kolom air.

- Dari analisa point 3 di atas , ukuran media (ES) 0,70 mm mempunyai head loss terbesar dan ukuran media (ES) 1,35 mm mempunyai head loss terkecil.



GRAFIK 5 - 80 : Hubungan Tebal Media dengan Head Loss untuk 4 variasi ukuran media (ES) dan konsentrasi inf-fluent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada kecepatan filtrasi optimum, diukur setelah run time 7 jam.

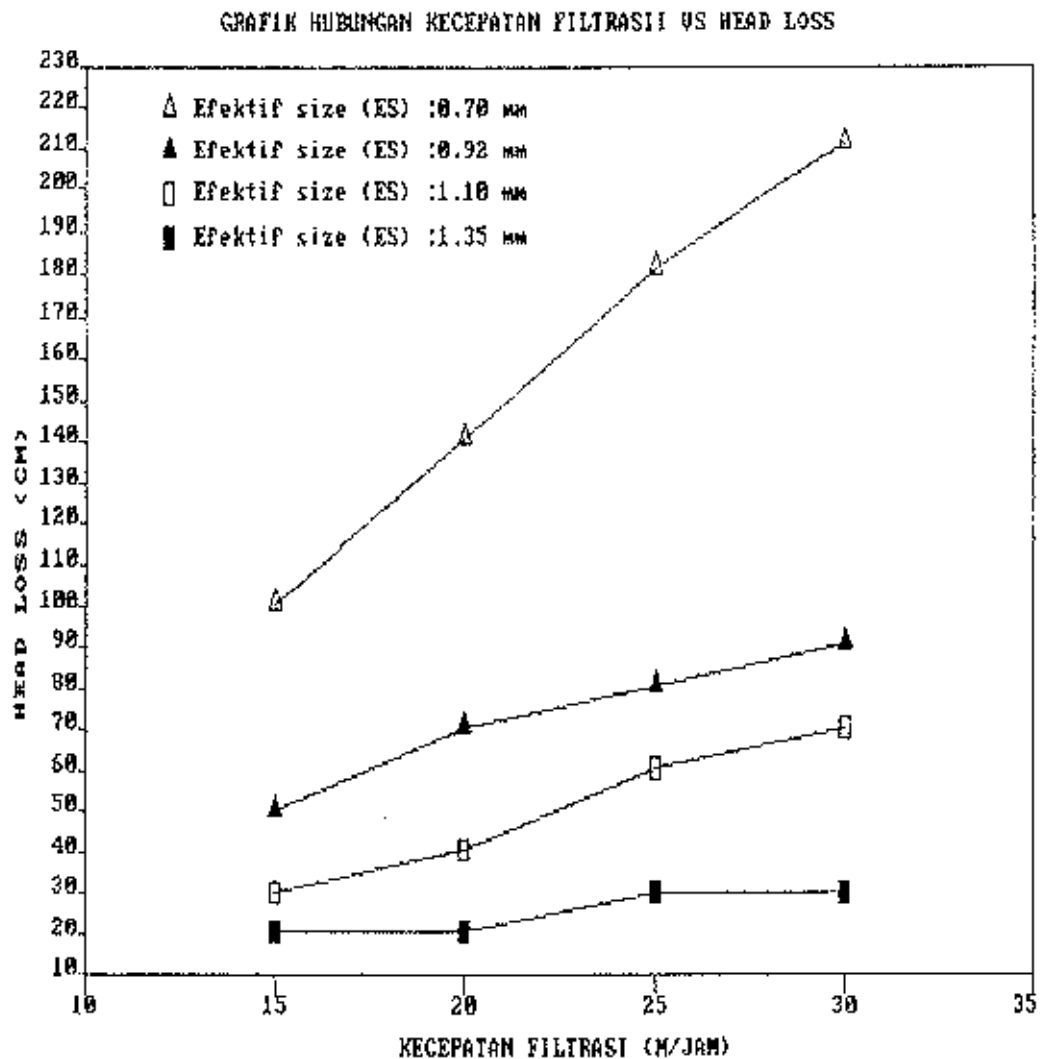
### 5.5.6 Analisa hubungan Kecepatan Filtrasi dengan Head Loss

Dari grafik 5-8i mengenai hubungan kecepatan filtrasi dengan head loss untuk 4 variasi ukuran media (ES) pada tebal media terbaik (72 cm). Dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

- Dengan bertambahnya kecepatan filtrasi, head loss yang terjadi pada filterbed meningkat. Ini sesuai teori, bahwa dengan bertambahnya kecepatan filtrasi gesekan yang terjadi antara air dengan butiran media makin besar, sehingga kehilangan tekanan yang terjadi pada filterbed akan besar pula.
- Perubahan kecepatan filtrasi dari 15 - 30 m/jam dapat meningkatkan head loss, untuk ukuran media (ES) 0,70 mm head loss yang terjadi pada filterbed meningkat dari 100,7 sampai 211,4 cm kolom air, untuk ukuran media (ES) 0,92 mm head loss yang terjadi pada filterbed meningkat dari 50,3 sampai 90,6 cm kolom air, untuk ukuran media (ES) 1,10 mm head loss yang terjadi meningkat dari 30,2 sampai 70,5 cm kolom air, dan untuk ukuran media (ES) 1,35 head loss yang terjadi pada filterbed meningkat dari 20,2 sampai 30,2 cm kolom air.
- Dari analisa point 2 diketahui ukuran media (ES) 1,35 mm mempunyai kehilangan tekanan (head loss) terkecil dari ke tiga perubahan ukuran media (ES). Hal ini disebabkan ukuran media (ES) tersebut mempunyai porositas besar, sehingga terjadinya gesekan antara air dan butiran media kecil. Akibatnya, sesuai

dengan teori bahwa kehilangan tekanan pada filterbed dipengaruhi antara lain oleh gesekan yang terjadi antara air dan media, kecepatan filtrasi dan porositas media, makin besar porositas media maka kehilangan tekanan makin kecil.





GRAFIK 5 - 81 : Hubungan Kecepatan Filtrasi dengan Head Loss untuk 4 variasi ukuran media (ES) dan konsentrasi influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada tebal media optimum, diukur setelah run time 7 jam.

### 5.5.7 Analisa untuk menentukan ukuran media (Efektif Size) terbaik (Optimum)

Untuk menentukan ukuran media (ES) optimum hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah konsentrasi kekeruhan effluent dan head loss yang terjadi pada filterbed diukur setelah waktu operasi filter 7 jam.

Dari grafik 5-76 mengenai hubungan waktu operasi filter dengan konsentrasi kekeruhan effluent dan grafik 5-80 mengenai hubungan tebal media dengan head loss, dapat diambil harga-harga untuk mempertimbangkan penentuan ukuran media (ES) yang terbaik (optimum). Harga-harga konsentrasi kekeruhan effluent dan head loss pada setiap ukuran media (ES) terdapat pada tabel 5-2 di bawah ini.

Tabel 5-2 : Besarnya konsentrasi effluent dan head loss pada setiap ukuran media (ES) yang dipakai untuk pertimbangan dalam menentukan ukuran media (ES) yang terbaik (optimum).

Ukuran media (Efektif Size)	Konsentrasi Effluent (mg/l SiO <sub>2</sub> )	Head loss (cm kolom air)
0,70 mm	3	100,7
0,92 mm	4	50,3
1,10 mm	4,8	30,2
1,35 mm	6,8	20,2

Dari tabel 5-2 dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

- Jika ditinjau dari kualitas effluent terlihat bahwa untuk ukuran media (ES) 0,70, 0,92, dan 1,10 mm menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent dibawah standart kualitas kekeruhan untuk air minum yang dianjurkan (5 mg/l  $\text{SiO}_2$ ). Akan tetapi ukuran media (ES) 0,70 mm menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent yang terbaik dari kedua ukuran media (ES) tersebut.
- Jika ditinjau dari head loss yang terjadi pada filterbed ukuran media (ES) 1,35 mm mempunyai head loss yang terkecil (optimum), tetapi kualitas effluent yang dihasilkan jelek.
- Untuk menentukan ukuran media (ES) yang terbaik (optimum) dipilih ukuran media (ES) yang menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent dibawah kadar maksimum yang dianjurkan untuk air minum (5 mg/l  $\text{SiO}_2$ ) dan mempunyai kehilangan tekanan (head loss) terkecil. Dari tabel 5-2 terlihat ukuran media (ES) 1,10 mm memenuhi kriteria, dengan menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent 4,8 mg/l  $\text{SiO}_2$  dan head loss pada filterbed 30,2 cm kolom air.

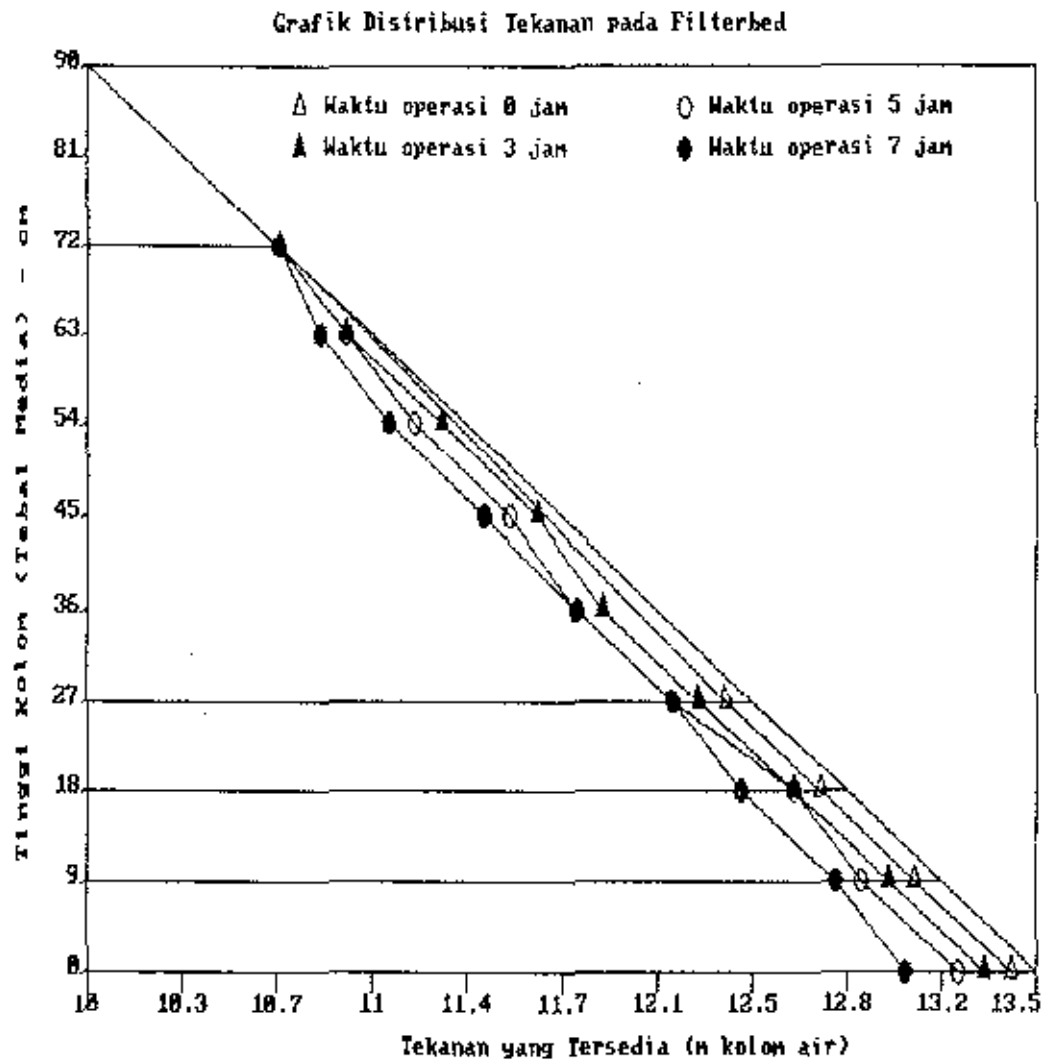
### 5.6 Analisa Distribusi Tekanan pada Filterbed

Dari grafik 5-82 s/d 5-97 mengenai distribus tekanan pada filter bed untuk berbagai kecepatan filtrasi dapat dianalisa dan duraikan sebagai berikut :

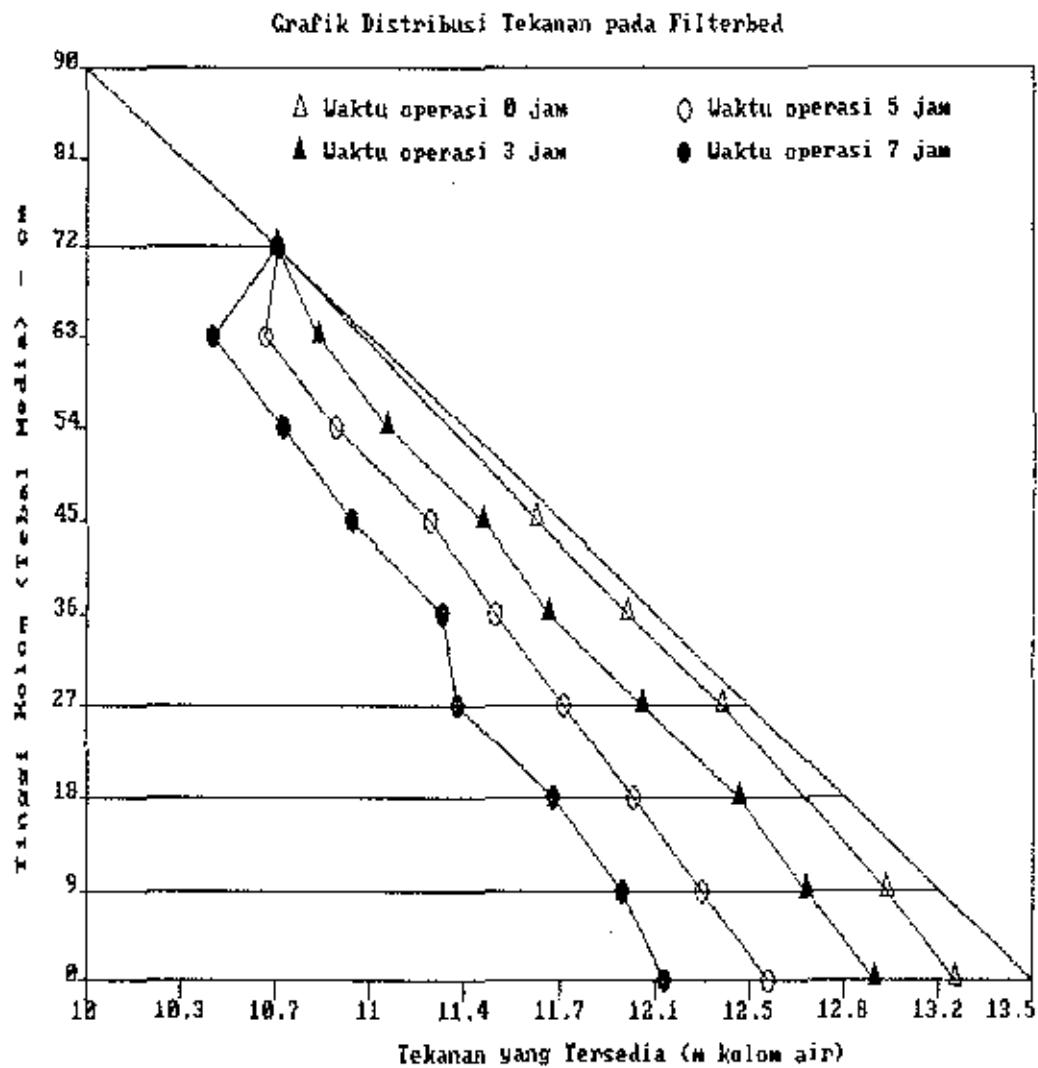
- Untuk semua distribusi tekanan pada filterbed menunjukan bahwa dengan bertambahnya ketebalan media, tekanan yang tersedia pada filterbed semakin berkurang (head loss pada filterbed semakiin bertambah).
- Dengan bertambahnya waktu operasi filter, distribusi tekanan pada filterbed menunjukkan sisa head yang tersedia semakin berkurang. Hal ini disebabkan head loss yang terjadi pada media bertambah besar.
- Distribusi tekanan pada filterbed menunjukan bahwa dengan bertambahnya ukuran media (efektif size) kehilangan yang terjadi semakin kecil, sehingga tekanan yang tersedia pada filterbed makin bertambah.
- Untuk semua grafik distribusi tekanan pada filterbed menunjukan sisa tekanan yang tersedia masih melebihi tekanan yang dipakai dalam mendistribusikan air minum yaitu 10 meter kolom air. Pada grafik 5-85 untuk ukuran media (efektif size) 0,70 mm, ketebalan media 72 cm, dan kecepatan filtrasi 30 m/jam mempunyai sisa tekanan sebesar 11,476 meter kolom air (merupakan komposisi yang mempunyai head loss terbesar). Dan pada grafik 5-97 untuk komposisi ukuran medi (efektif size)

1,35 mm, ketebalan media 72 cm, dan kecepatan filtrasi 30 m/jam mempunyai sisa tekanan sebesar 13,27 meter kolom air ( merupakan head loss terkecil). Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya ukuran media (efektif size) untuk kecepatan dan ketebalan media yang sama kehilangan tekanan pada media akan semakin kecil.

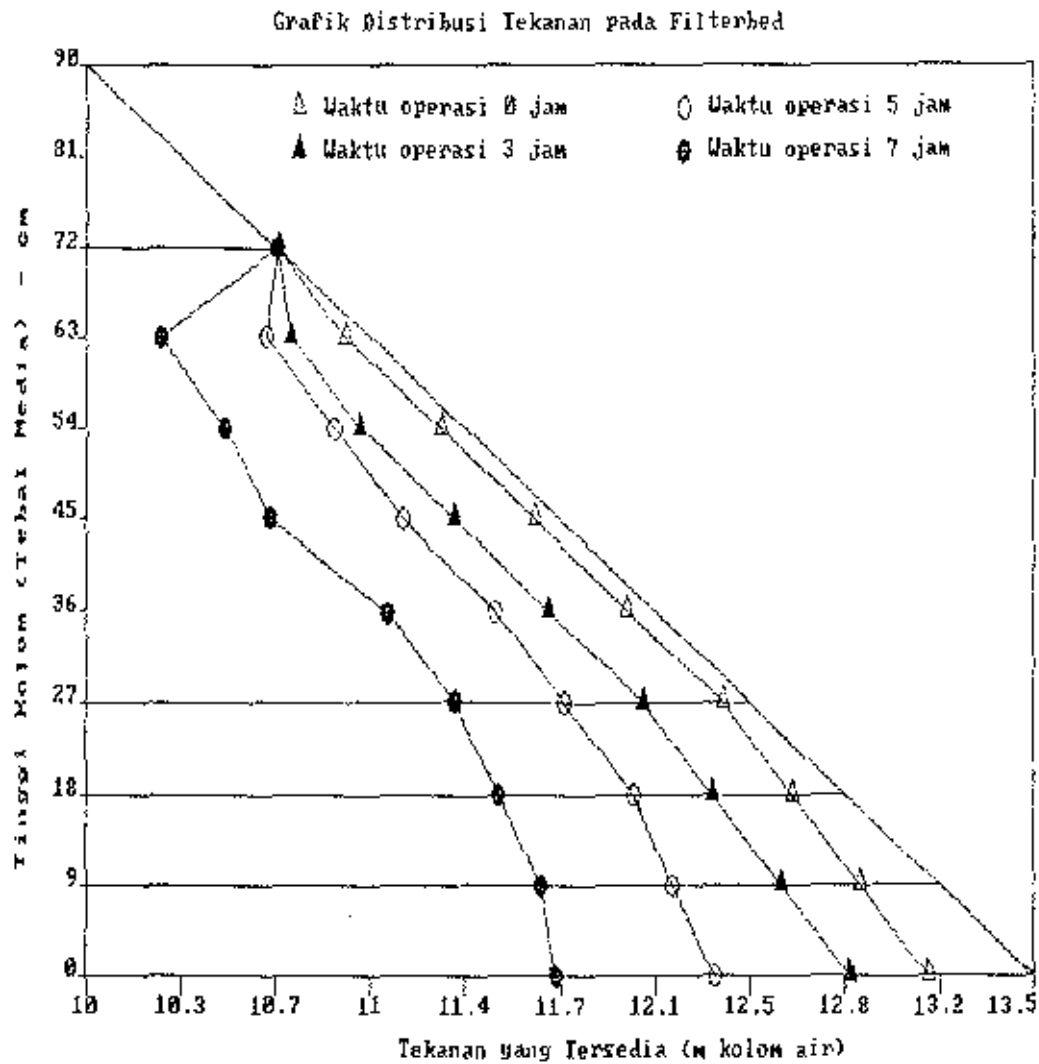
- Dari grafik 5-90 yang merupakan distribusi tekanan pada filterbed dengan komposisi ukuran media (efektif size), kecepatan filtrasi (flow rate), dan tebal media yang terbaik (optimum) menunjukkan bahwa untuk setiap pertambahan waktu operasi filter tekanan yang tersedia akan semakin berkurang ( head loss yang terjadi bertambah). Pada awal operasi filter ( $t=1$  jam ) tidak terjadi kehilangan tekanan pada filterbed dan pada akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sisa tekanan yang tersedia pada outlet sebesar 13,2 meter kolom air.



GRAFIK 5 - 82 : Distribusi Tekanan untuk ES : 0,70 mm, Kecepatan Filtrasi : 15 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada setiap perubahan tebal media.

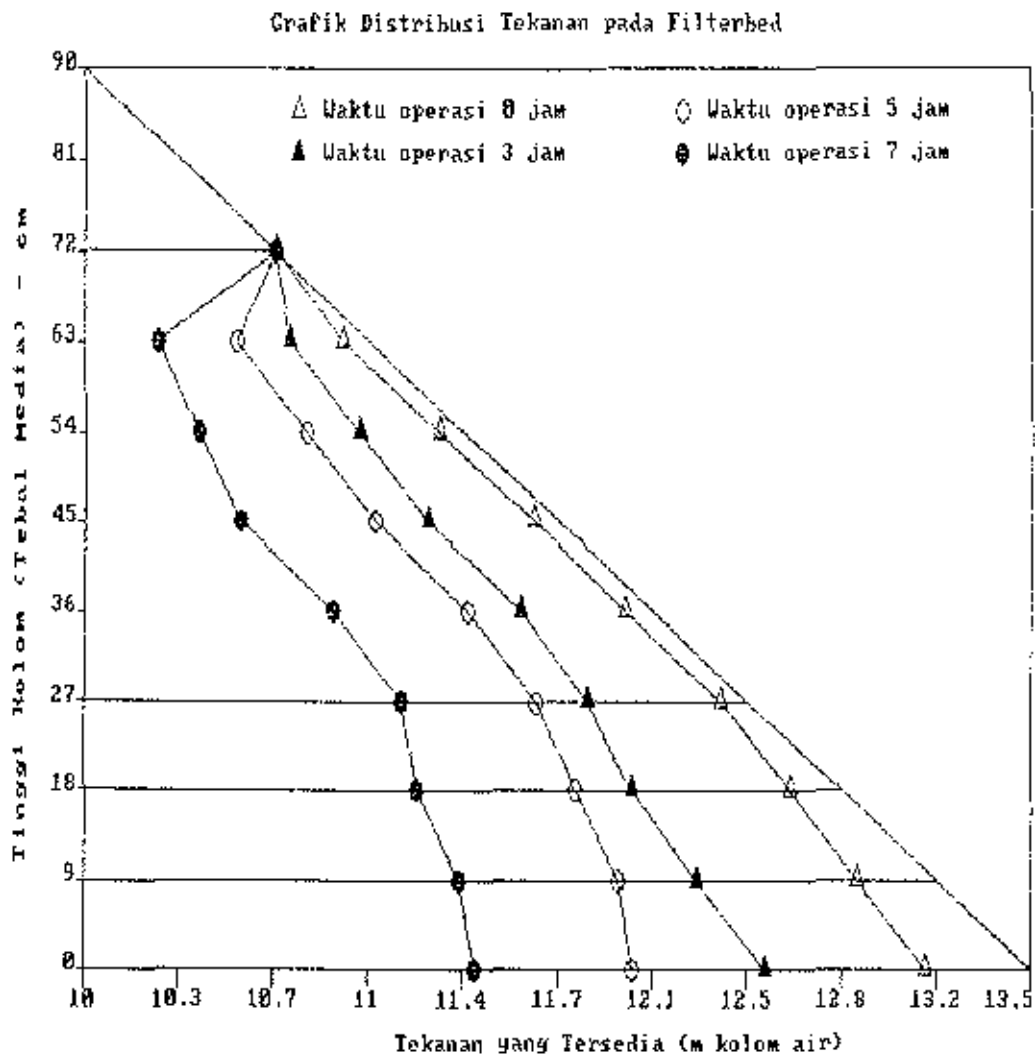


GRAFIK 5 - 83 : Distribusi Tekanan untuk ES : 0,70 mm, Kecepatan Filtrasi : 20 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.

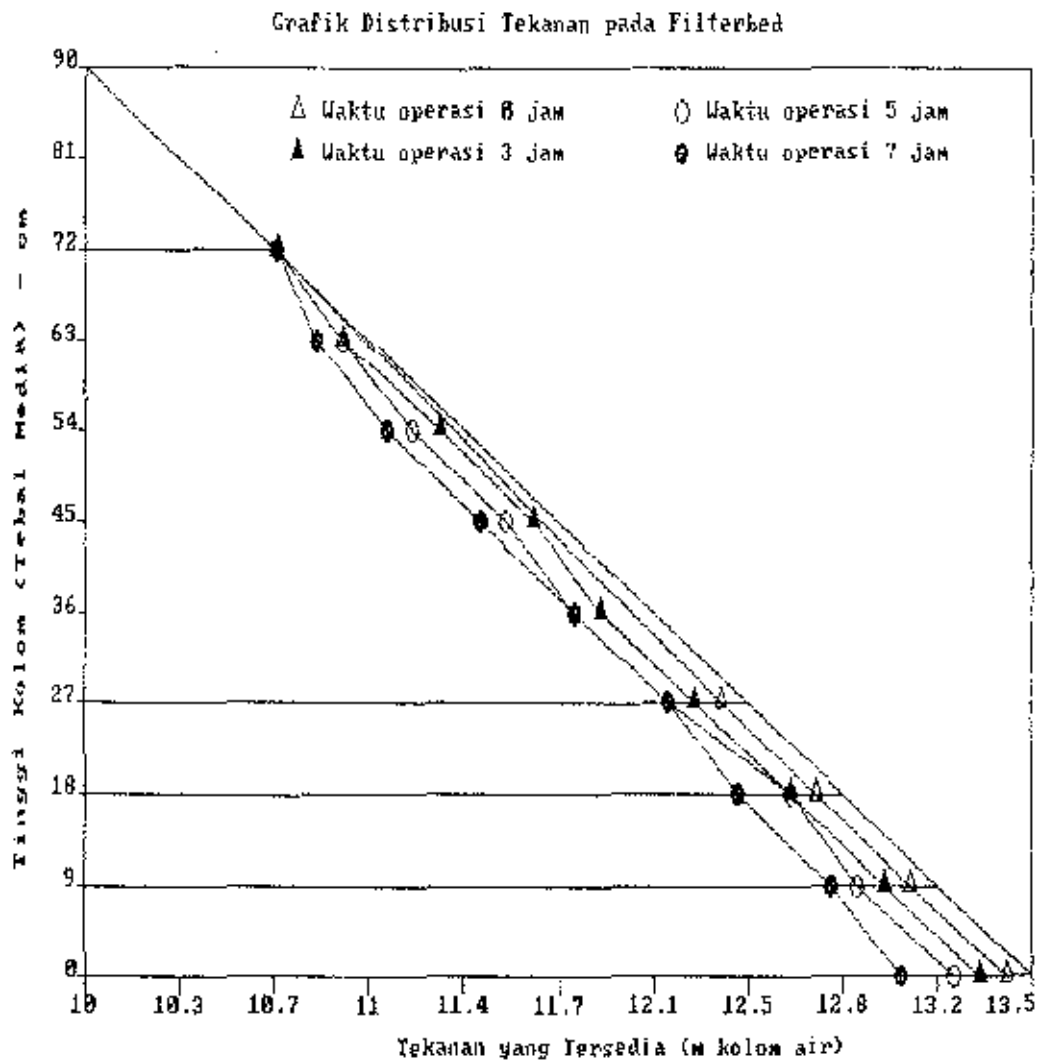


GRAFIK 5 - 84 : Distribusi Tekanan untuk ES : 0,70 mm, Kecepatan Filtrasi : 25 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.

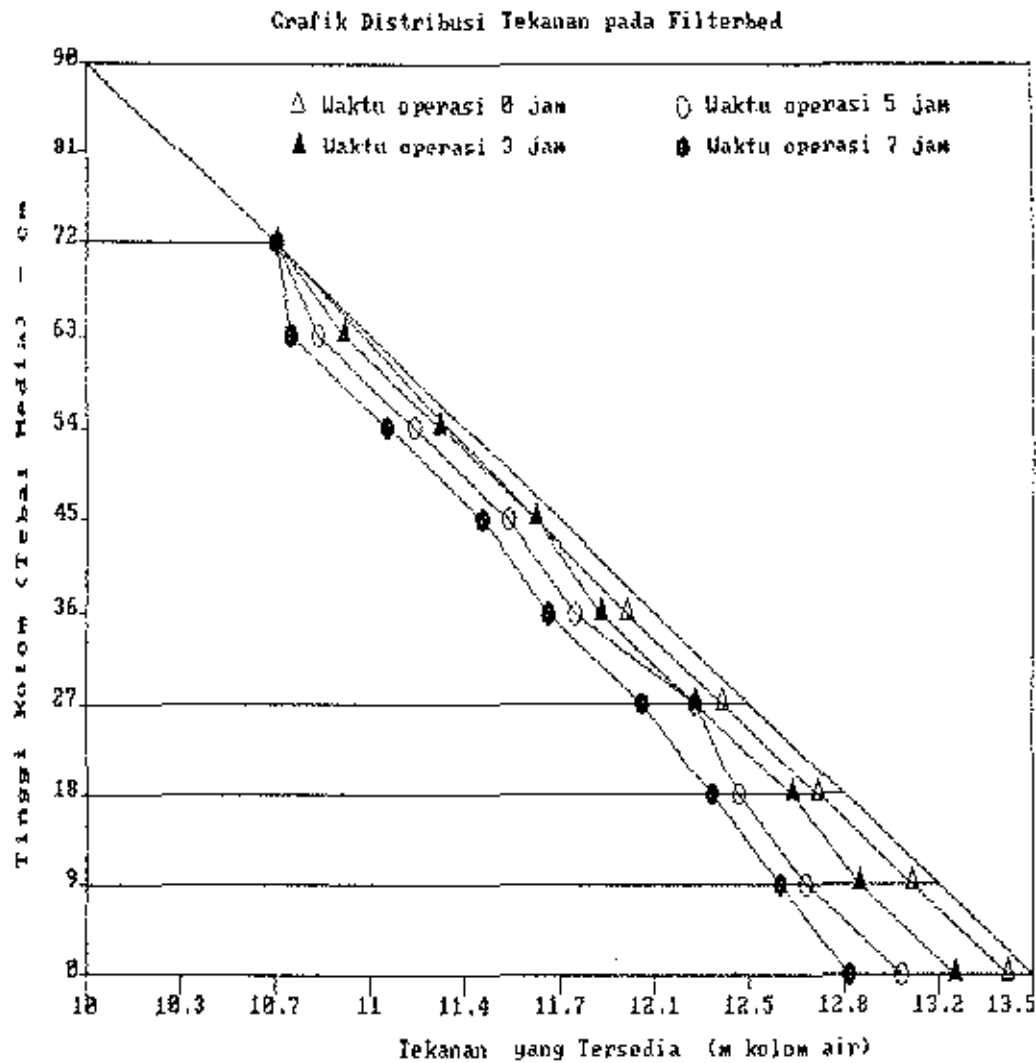




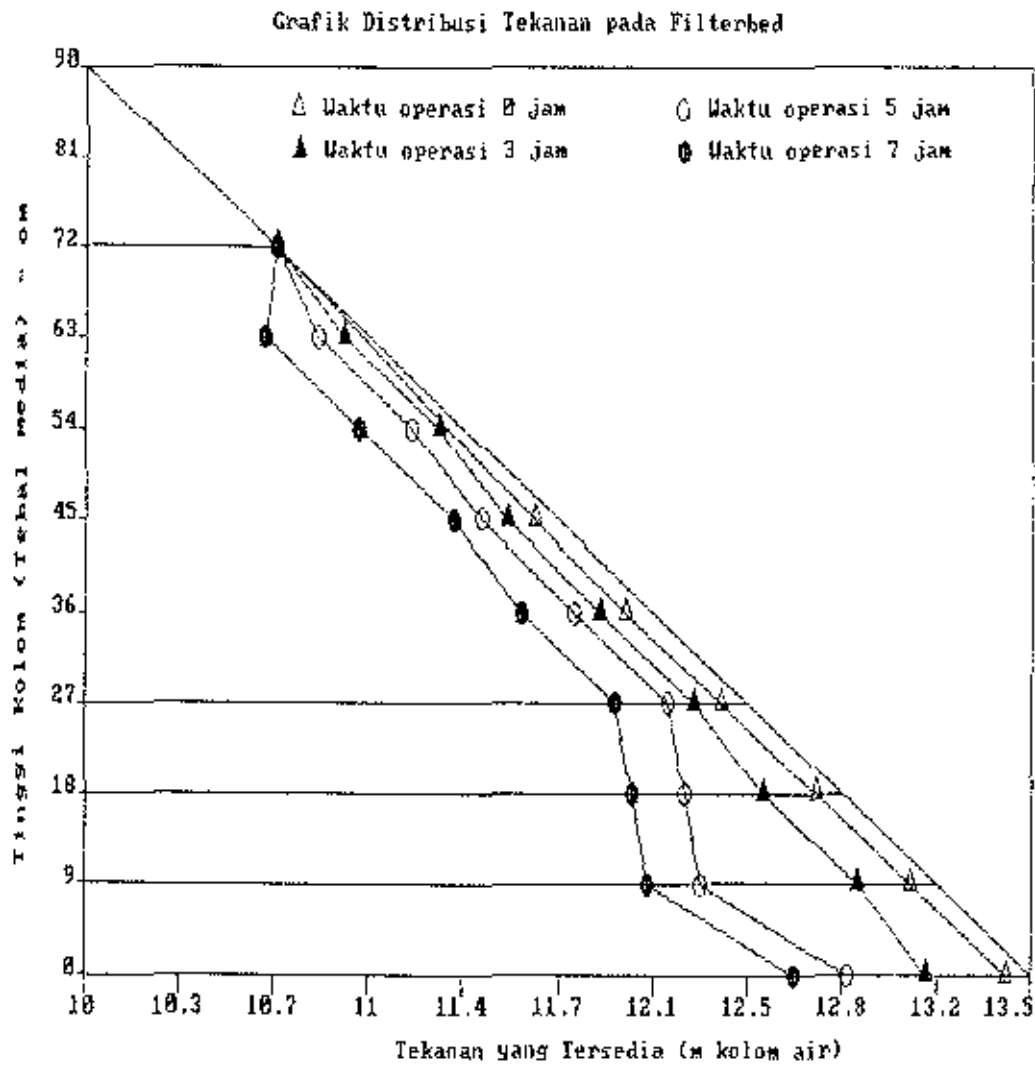
GRAFIK 5 - 85 : Distribusi Tekanan untuk ES : 0.70 mm, Kecepatan Filtrasi : 30 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.



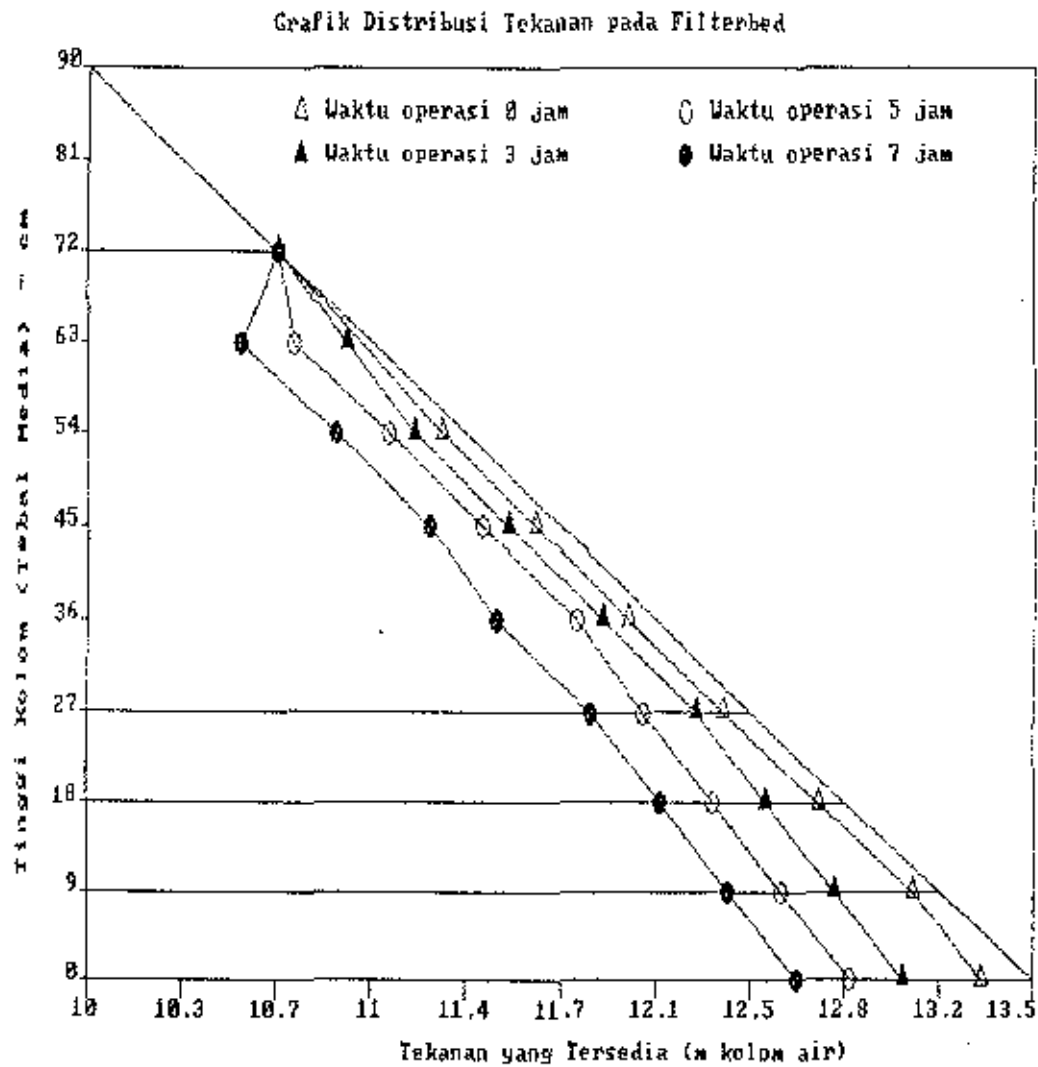
GRAFIK 5 - 88 : Distribusi Tekanan untuk ES : 0,92 mm, Kecepatan Filtrasi : 15 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada setiap perubahan tebal media.



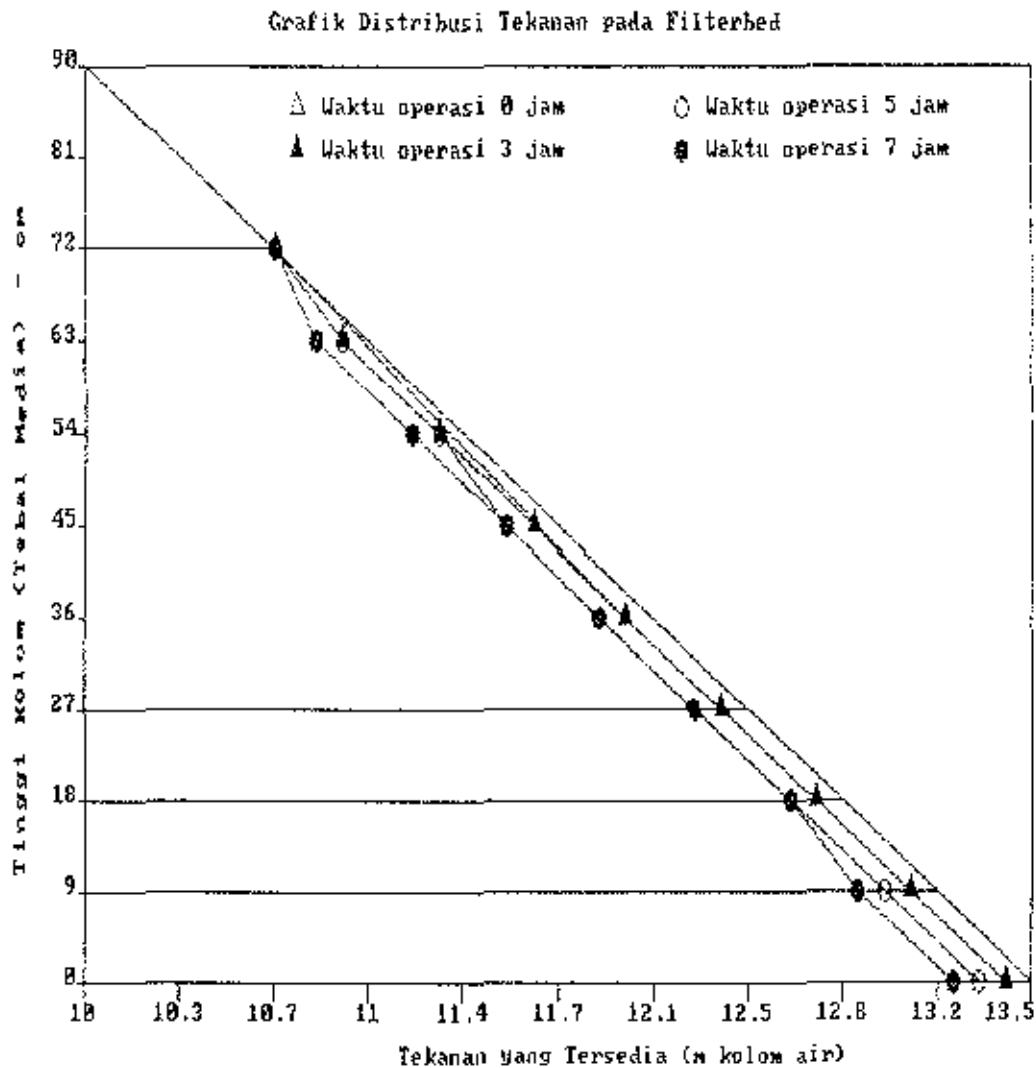
GRAFIK 5 - 87 : Distribusi Tekanan untuk ES : 0,92 mm, Kecepatan Filtrasi : 20 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.



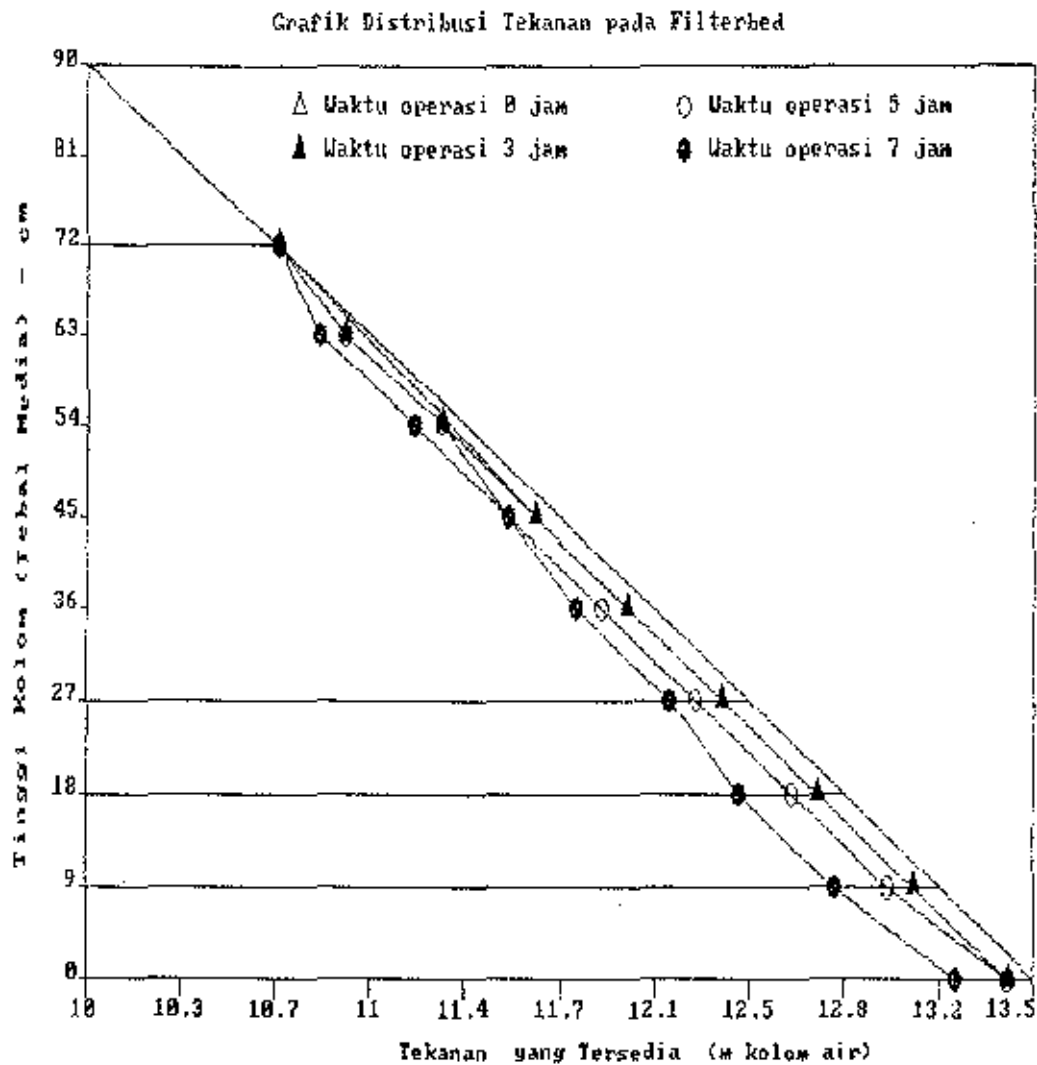
GRAFIK 5 - 88 : Distribusi Tekanan untuk ES : 0,92 mm, Kecepatan Filtrasi : 25 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.



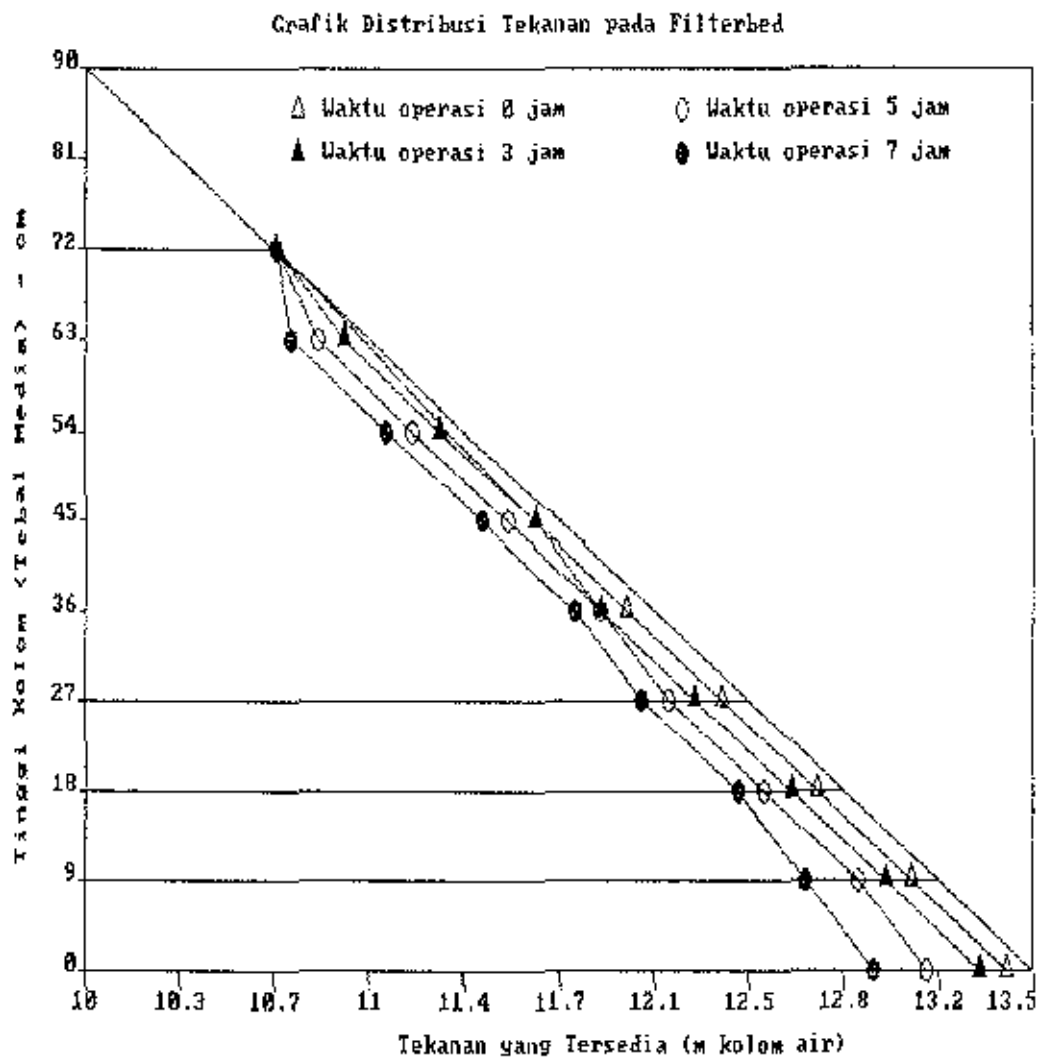
GRAFIK 5 - 89 : Distribusi Tekanan untuk ES : 0,92 mm, Kecepatan Filtrasi : 30 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.



GRAFIK 5 - 90 : Distribusi Tekanan untuk ES : 1,10 mm, Kecepatan Filtrasi : 15 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.



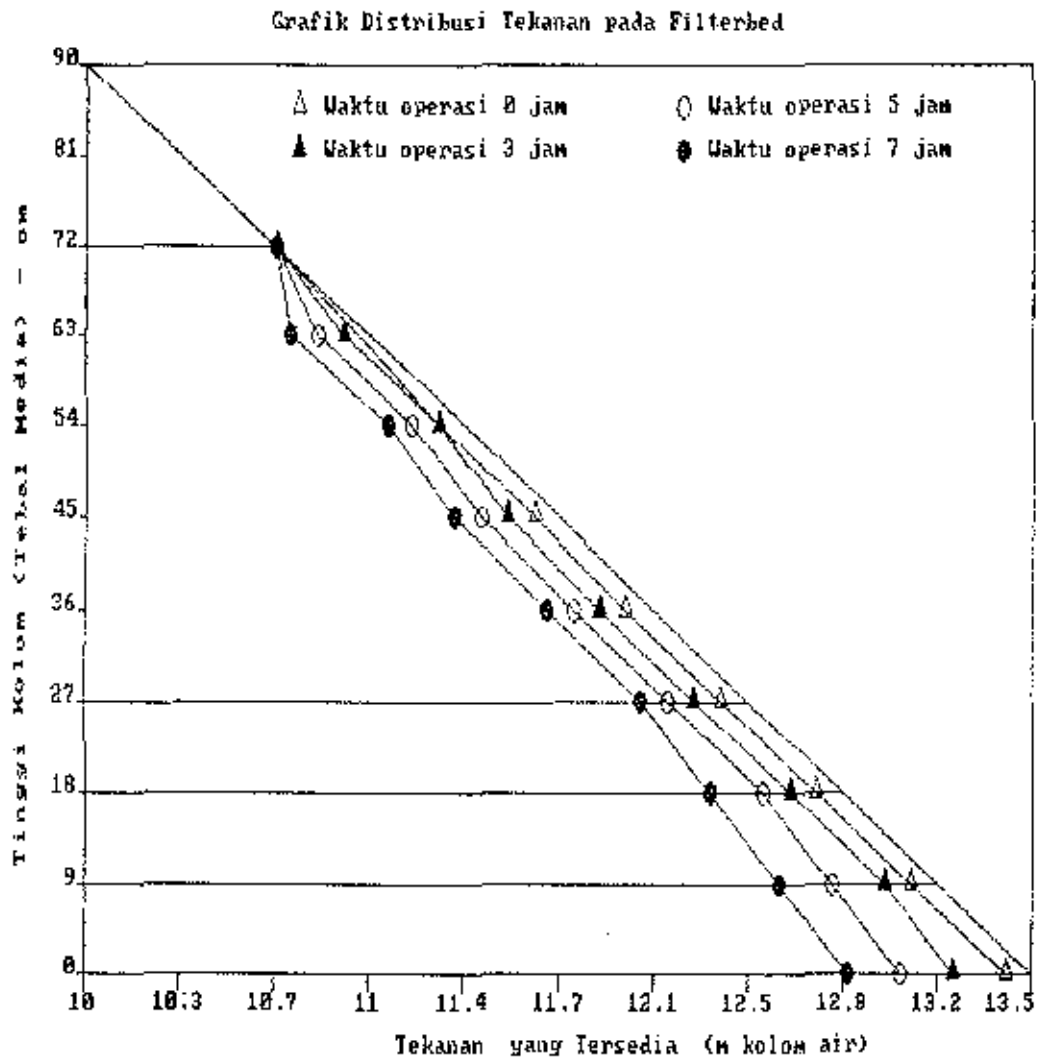
GRAFIK 5 - 91 : Distribusi Tekanan untuk ES : 1,10 mm, Kecepatan Filtrasi : 20 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada setiap perubahan tebal media.



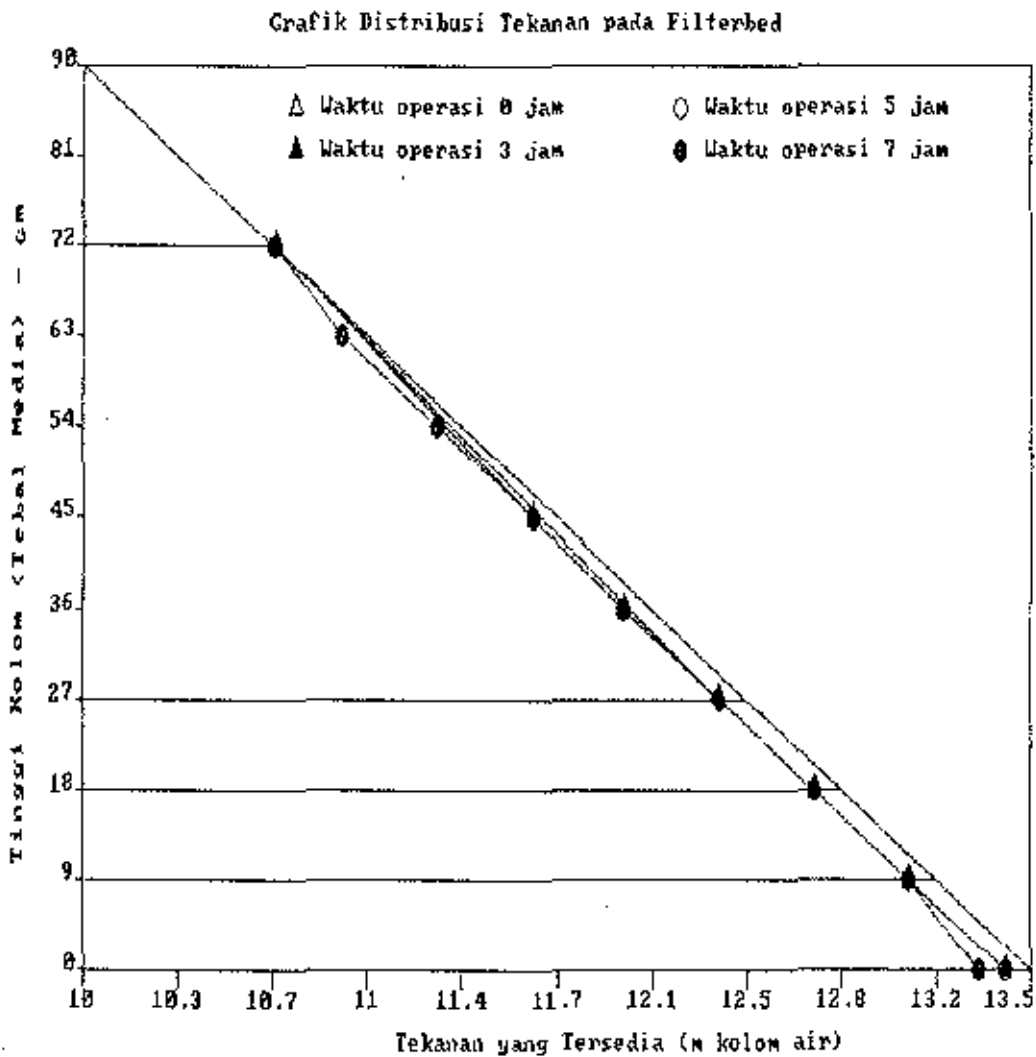
Grafik Distribusi Tekanan pada Filterbed

GRAFIK 5 - 92 : Distribusi Tekanan untuk ES : 1,10 mm, Kecepatan Filtrasi : 25 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.

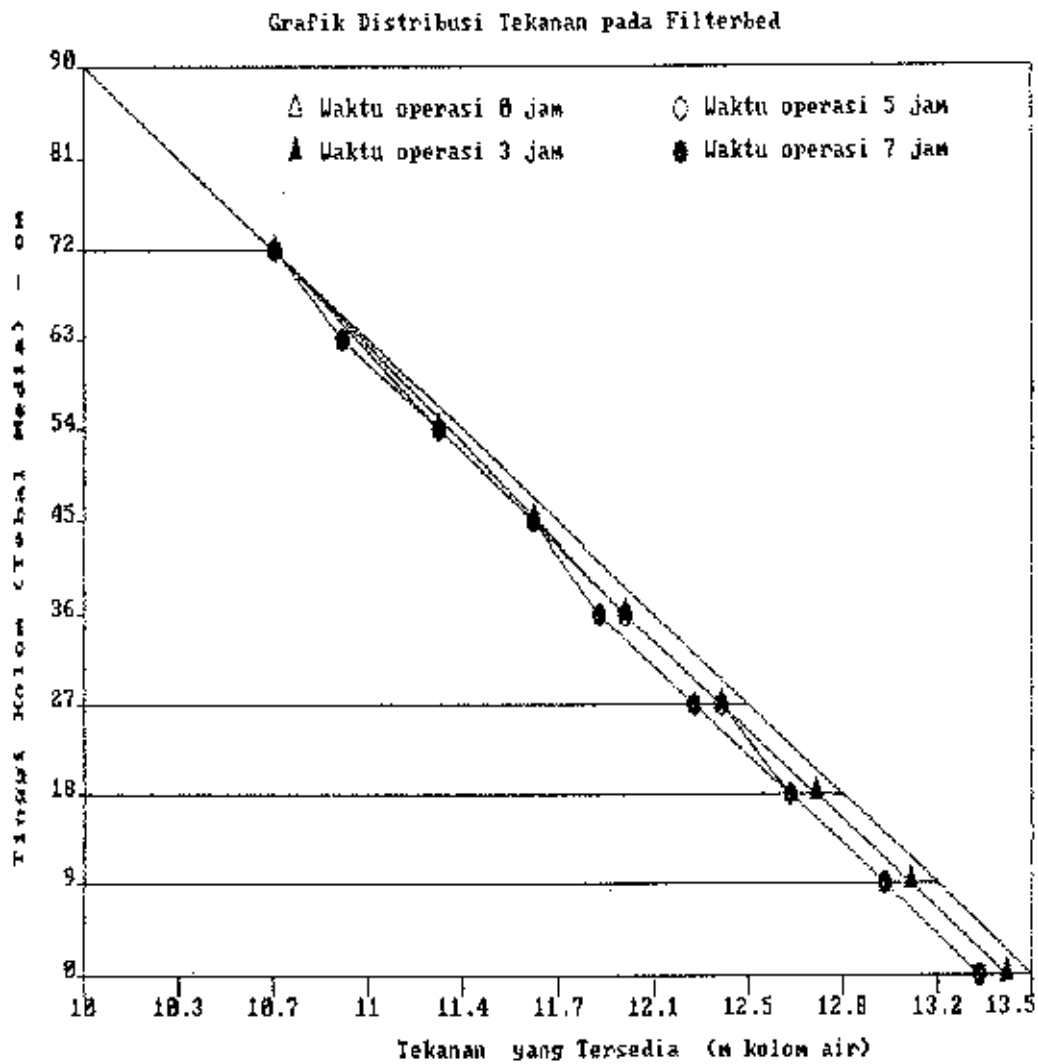




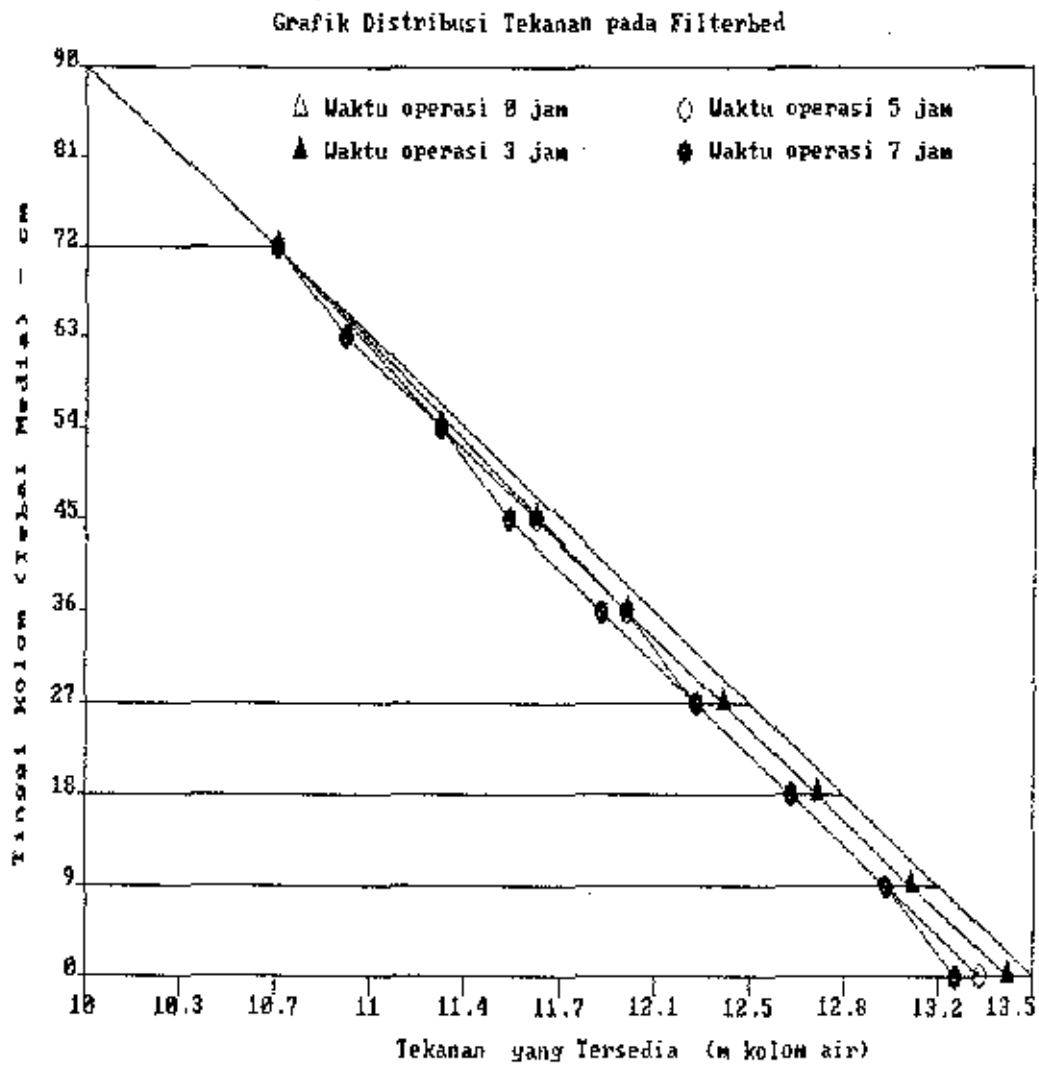
GRAFIK 5 - 93 : Distribusi Tekanan untuk ES : 1,10 mm, Kecepatan Filtrasi : 30 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.



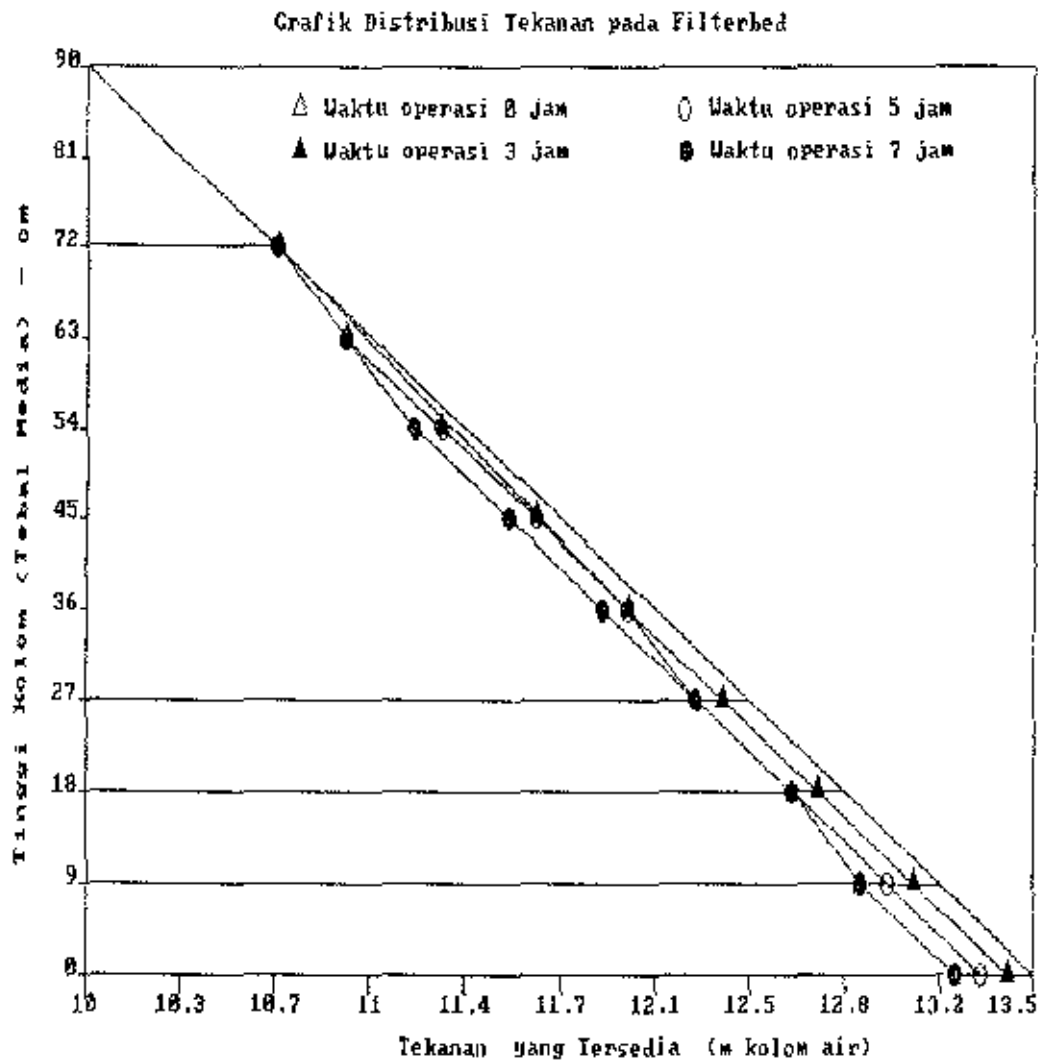
GRAFIK 5 - 94 : Distribusi Tekanan untuk ES : 1,35 mm, Kecepatan Filtrasi : 15 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.



GRAFIK 5 - 95 : Distribusi Tekanan untuk ES : 1,35 mm, Kecepatan Filtrasi : 20 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l SiO<sub>2</sub> pada setiap perubahan tebal media.



GRAFIK 5 - 86 : Distribusi Tekanan untuk ES : 1,35 mm, Kecepatan Filtrasi : 25 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada setiap perubahan tebal media.



GRAFIK 5 - 97 : Distribusi Tekanan untuk ES : 1,35 mm, Kecepatan Filtrasi : 30 m/jam dan Konsentrasi Influent : 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada setiap perubahan tebal media.

- Pada grafik 5-28, untuk kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam dihasilkan persen removal kekeruhan pada awal operasi filter ( $t=1$  jam) dan akhir waktu operasi filter ( $t=7$  jam) sebesar 62,4 - 80,8 %. Sedangkan untuk kecepatan filtrasi 20 m/jam sebesar 57,6-78,8 %, untuk kecepatan filtrasi 25 m/jam : 52,8-76,8 %, dan untuk kecepatan filtrasi 30 m/jam sebesar 50-74,4 %.
- Dari ke empat grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan filtrasi 15 m/jam untuk ES: 1,10 mm pada perubahan tebal media dari 45 - 72 cm setelah run time 7 jam menghasilkan persen removal yang terbaik (optimum) yaitu 67,2- 80,8 %.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dan analisa yang telah diuraikan pada bab sebelumnya mengenai penentuan kecepatan filtrasi (flow rate), ukuran media (efektif size), dan tebal media pada pressure filter single media dengan menggunakan sampel dari larutan kekeruhan buatan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pasir kuarsa Bangka yang digunakan sebagai media dalam pressure filter single media, sehingga menghasilkan kecepatan filtrasi, tebal media, dan ukuran media (efektif size) yang terbaik (optimum) mempunyai karakteristik sebagai berikut :
  - Diameter butiran antara 0,58 - 2 mm
  - Koefisien uniformity ( $\mu$ ) : 1,55
  - Efektif size ( $P_{10}$ ) : 0,95 mm
  - Spesifik gravity (Sg) : 2,64
  - Porositas antara 0,36 sampai 0,39
2. Pressure filter single media dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan / menghasilkan kualitas effluent cukup baik untuk konsentrasi kekeruhan air baku 50 - 25 mg/l  $SiO_2$ . Tetapi air baku dengan konsentrasi kekeruhan di bawah 25 mg/l  $SiO_2$  akan menghasilkan kualitas effluent yang lebih baik.

3. Kecepatan filtrasi (flow rate) 15 m/jam pada pressure filter single media memberikan konsentrasi kekeruhan effluent dan kehilangan tekanan terbaik untuk 4 variasi perubahan tebal media dan ukuran media (efektif size).
4. Pressure filter single media dengan ukuran media (efektif size) 1,10 mm memberikan kehilangan tekanan terbaik (terkecil) dari 3 ukuran media (efektif size) yang menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent dibawah kadar kekeruhan maksimum yang dianjurkan untuk standart kualitas air minum (5 mg/l  $\text{SiO}_2$ ).
5. Pressure filter single media dengan tebal media 72 cm memberikan konsentrasi kekeruhan effluent terbaik dan kehilangan tekanan terbesar untuk 4 variasi perubahan flow rate dan ukuran media (efektif size). Akan tetapi kehilangan tekanan tersebut merupakan yang terbaik untuk flow rate 15 m/jam dari 3 variasi ukuran media (efektif size) yang menghasilkan konsentrasi effluent dibawah standart kualitas air minum.
6. Pressure filter single media dengan konsentrasi kekeruhan air baku 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai perubahan variabel kecepatan filtrasi, tebal media, dan ukuran media (efektif size) dapat menghasilkan kualitas effluent dibawah kadar kekeruhan maksimum yang dianjurkan untuk standart kualitas air minum dan dengan kehilangan tekanan kecil. Dari hasil analisa pada bab 5 didapat bahwa komposisi untuk kecepatan filtrasi 15 m/jam, tebal media 72 cm, dan ukuran media (efektif size) 1,10



mm yang terbaik (optimum) dengan menghasilkan konsentrasi kekeruhan effluent 4,8 mg/l  $\text{SiO}_2$  dan kehilangan tekanan pada media 30,2 cm kolom air dalam waktu operasi filter 7 jam.

7. Dengan model pressure filter single media yang terbuat dari pipa PVC diameter 8" (20 cm) dan tinggi kolom 90 cm pada kecepatan filtrasi 15 m/jam, ketebalan media 72 cm serta ukuran media (efektif size) 1,10 mm menghasilkan kualitas effluent dan kehilangan tekanan terbaik (optimum).

## 6.2 Saran

1. Untuk penelitian pressure filter single media, perlu dilanjutkan dengan variabel perubahan konsentrasi kekeruhan influent sehingga dapat dihasilkan keefektifan filter untuk dapat digunakan sebagai direct filter pada air baku yang tidak terlalu keruh.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada pressure filter single media dengan menggunakan menggunakan kandungan parameter fisik dan kimia yang lain untuk dapat meremoval / mereduksi parameter-parameter tersebut.
3. Untuk penelitian pressure filter single media dapat dilanjutkan dengan menggunakan batuan lokal sebagai media alternatif untuk proses filtrasi pada pressure filter single media.

4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pressure filter single media mengenai variabel perubahan pada faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses filtrasi.
5. Melakukan penelitian pada pressure filter dengan menggunakan double media untuk setiap perubahan yang dapat dipakai sebagai parameter dan variabel penelitian.
6. Untuk penelitian lebih lanjut perlu dilakukan run filter sampai terjadi breakthrough.

## DAFTAR PUSTAKA

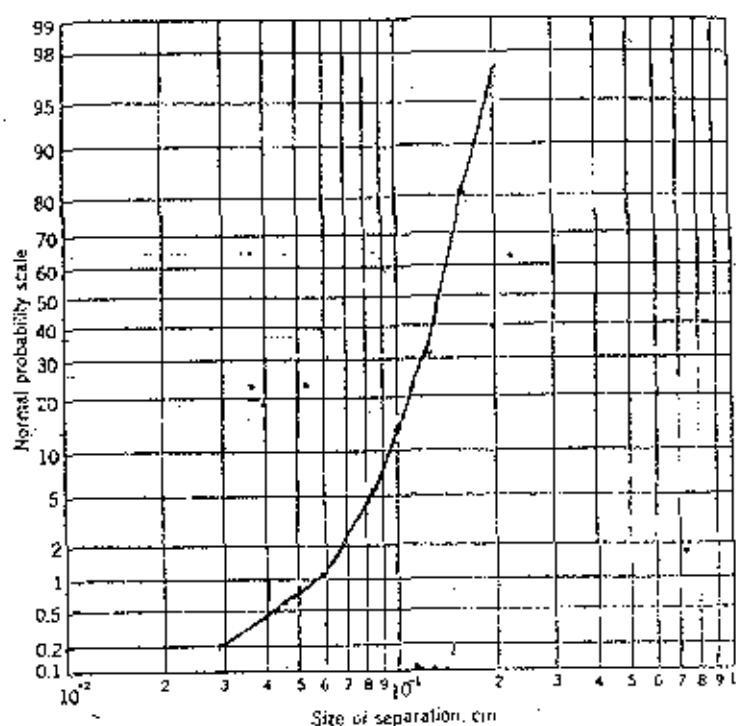
1. Degremont. (1979). " *Handbook of Water Treatment* " . 5th Edition. Publ. Halsted Press, New York.
2. Fair, Gordon Maskew - Geyer, John Charles - Okun, Daniel Alexander. 1968. " *Water and Wastewater Engineering vol 2* ". Publ. Wiley International.
3. Reynolt, Tom. D. 1977. " *Unit Operation and Processes in Enveronmental Engineering* ". Publ. Del Mar Ass, California.
4. Huisman, L. 1974. " *Rapid Filtration . Part 1* ". Delf University of Technology.
5. Razif, M . 1985 . " *Diktat Pengolahan Air Minum* " . FTSP. ITS. Surabaya.
6. Alaert, G, Sumestri, S . 1987. " *Metode Penelitian Air* " .Usaha Nasional. Surabaya.
7. Rich, G . Linvil .1967. " *Unit Operation of Sanitary Engineering* ". Publ. New York.
8. Schulz, Christoper R. 1967. " *Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries* ". Publ. Canada.
9. Poweel, T. Shoppard . 1954. " *Water Conditioning for Industry* " . McGraw - Hill Book. Company, Inc. New York.
10. Sanks, Robert l. 1982. " *Water Treatment Plant Design for the Practicing Engineer* ". 4th Edition.
11. Ives, Kenneth J. M. Asce - Sholji, Ihsan. Agustus 1965.  
" *Journal of The Sanitary Engineering Division* "
12. Culp, Gordon L. 1974. " *Water Concepts In Water Purification* " .Publ. Canada.

Lampiran 1 : Data Hasil Analisa Ayakan Pasir Kuarsa Bangka.

Tabel L-1 : Data hasil analisa ayakan pasir kuarsa yang tersedia.

No. Size (mesh)	Lubang ayakan (mm)	Tertahan (gram)	Lolos (gram)	% Berat lolos
10	2	7,55	242,45	96,98
12	1,66	38,39	204,06	81,62
16	1,19	123,65	80,41	32,16
18	1,00	42,60	37,61	15,04
20	0,84	21,95	15,66	6,26
30	0,59	12,90	2,79	1,11
40	0,42	1,45	1,34	0,54
50	0,297	0,70	0,64	0,26
Total :		250,00 gram		

Dari data diatas diplotkan ke grafik logaritmik seperti dibawah ini .



**Lampiran 2 : Penentuan diameter Butiran Pasir Kuarsa Bangka untuk  
Setiap Efektif Size (ES) yang Diinginkan.**

Dalam penelitian ini pasir kuarsa sebaga single media pressure filter, mempunyai ukuran butiran antara 0,42 - 2,00 mm. Penentuan Efektif Size didasarkan pada kriteria efektif size untuk pressure filter single media yaitu antara 0,70 - 1,35 mm dan stok pasir kuarsa bangka yang tersedia. Efektif size yang akan diteliti adalah 0,70 ; 0,92 ; 1,10 ; 1,35 mm. Dengan uniformity 1,35 diambil dar kriteria untuk pressure filter antara 1,35 - 1,75 .

**Perhitungan :**

1. Efektif size yang diinginkan ( $P_{10}$ ) = 0,70 mm dan  $\mu$  = 1,35 .

$$\text{Jadi } P_{10} = 0,70 \times 1,35 = 0,945 \text{ mm}$$

Diperoleh dari grafik L - 1 :  $P_{10} = 2,50 \%$  dan  $P_{60} = 10 \%$

$$\begin{aligned} P_{\text{usable}} &= 2 ( P_{60} - P_{10} ) \\ &= 2 ( 10 - 2,50 ) \\ &= 15 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{too fine}} &= P_{10} - 0,1 P_{\text{usable}} \\ &= 2,50 - 1,50 \\ &= 1,00 \% \text{ diperoleh pada grafik : } 0,58 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{too coarse}} &= P_{\text{too fine}} + P_{\text{usable}} \\
 &= 1,00 \% + 15 \% \\
 &= 16 \% \text{ diperoleh pada grafik : } 1,10 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

Jadi ukuran pasir yang terpakai antara 0,58 - 1,10 mm

( 18 - 30 ) mesh

2. Efektif size yang diinginkan ( $P_{10}$ ) = 0,92 mm dan  $\mu = 1,35$  .

$$\text{Jadi } P_{10} = 0,92 \times 1,35 = 1,24 \text{ mm}$$

Diperoleh dari grafik L - 1 :  $P_{10} = 8 \%$  dan  $P_{60} = 35 \%$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{usable}} &= 2 ( P_{60} - P_{10} ) \\
 &= 2 ( 35 - 8 ) \\
 &= 54 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{too fine}} &= P_{10} - 0,1 P_{\text{usable}} \\
 &= 8 - 3,5 \\
 &= 4,5 \% \text{ diperoleh pada grafik : } 0,79 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{too coarse}} &= P_{\text{too fine}} + P_{\text{usable}} \\
 &= 4,5 \% + 54 \% \\
 &= 58,8 \% \text{ diperoleh pada grafik : } 1,42 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

Jadi ukuran pasir yang terpakai antara 0,79 - 1,42 mm

( 16 - 20 ) mesh .

3. Efektif size yang diinginkan ( $P_{10}$ ) = 1,10 mm dan  $\mu = 1,35$  .

$$\text{Jadi } P_{10} = 1,10 \times 1,35 = 1,48 \text{ mm}$$

Diperoleh dari grafik L - 1 :  $P_{10} = 20 \%$  dan  $P_{60} = 60 \%$

$$\begin{aligned} P_{\text{usable}} &= 2 ( P_{60} - P_{10} ) \\ &= 2 ( 60 - 20 ) \\ &= 80 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{too fine}} &= P_{10} - 0,1 P_{\text{usable}} \\ &= 20 \% - 6 \% \\ &= 14 \% \text{ diperoleh pada grafik : } 0,99 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{too coarse}} &= P_{\text{too fine}} + P_{\text{usable}} \\ &= 14 \% + 80 \% \\ &= 94 \% \text{ diperoleh pada grafik : } 1,85 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Jadi ukuran pasir yang terpakai antara 0,99 - 1,85 mm

( 12 - 18 ) mesh

4. Efektif size yang diinginkan ( $P_{10}$ ) = 1,35 mm dan  $\mu = 1,35$  .

$$\text{Jadi } P_{10} = 1,35 \times 1,35 = 1,82 \text{ mm}$$

Diperoleh dari grafik L - 1 :  $P_{10} = 55 \%$  dan  $P_{60} = 90 \%$

$$\begin{aligned} P_{\text{usable}} &= 2 ( P_{60} - P_{10} ) \\ &= 2 ( 90 - 55 ) \\ &= 70 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{too fine}} &= P_{10} - 0,1 P_{\text{usable}} \\
 &= 55 \% - 9 \% \\
 &= 46 \% \text{ diperoleh pada grafik : } 1,28 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{too coarse}} &= P_{\text{too fine}} + P_{\text{usable}} \\
 &= 46 \% + 70 \% \\
 &= 106 \% \text{ diperoleh pada grafik : } 2,00 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

Jadi ukuran pasir yang terpakai antara 1,28 - 2,00 mm

( 14 - 10 ) mesh



Lampiran 3 : Perhitungan Hasil Pengukuran Karakteristik Fisik  
Pasir Kuarsa

1. Densitas dan Spesifik Gravity (Sg)

Data hasil pengukuran densitas adalah sebagai berikut :

- Suhu air yang dipakai :  $30^{\circ}\text{C}$
- Volume air awal pada gelas ukur : 600 ml
- Berat pasir : 250 gram
- Volume air setelah ditambah pasir : 695 ml
- Penambahan volume air pada gelas ukur :

$$695 - 600 = 95 \text{ ml}$$

$$\text{Jadi densitas pasir kuarsa Bangka} = \frac{250 \text{ gram}}{95 \text{ ml}} = 2,63 \text{ kg/l}$$

$$\text{Spesifik gravity (Sg)} = 2,631 / 0,9966 = 2,64$$

2. Kekuatan Fisik Pasir Kuarsa Bangka

Data hasil pengukuran daya tahan fisik pasir kuarsa Bangka adalah sebagai berikut ;

- Berat pasir awal : 500 gram
- Berat pasir akhir : 492,44 gram

$$\begin{aligned} \text{Jadi persen pengurangan beratnya} &= \frac{500 - 492,44}{500} \times 100 \% \\ &= 1,512 \% \end{aligned}$$

### 3. Porositas Pasir Kuarsa Bangka

Data hasil pengukuran porositas pasir kuarsa Bangka adaah sebagai berikut :

- Volume total pasir = 600 ml
- Volume rongga untuk ES : 0,70 mm = 215 ml  
ES : 0,92 mm = 220 ml  
ES : 1,10 mm = 228 ml  
ES : 1,35 mm = 236 ml

Jadi porositas pasir kuarsa Bangka untuk :

Efektif Size : 0,7 mm adalah  $215 \text{ ml} / 600 \text{ ml} = 0,36$   
Efektif Size : 0,92 mm adalah  $220 \text{ ml} / 600 \text{ ml} = 0,37$   
Efektif Size : 1,10 mm adalah  $228 \text{ ml} / 600 \text{ ml} = 0,38$   
Efektif Size : 1,35 mm adalah  $236 \text{ ml} / 600 \text{ ml} = 0,39$

Lampiran 4 : Data Konsentrasi Kekeruhan Penelitian Pressure  
Filter Single Media.

Tabel L-2 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,70 mm, flow -  
rate :15 m/jam, dan kekeruhan influen: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$   
pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	51	24,5	50	23,4	51	21,6	50	18,0
2	51	17,0	40	17,0	40	11,4	50	11,4
3	50	14,8	50	13,7	51	10,2	50	7,2
4	50	12,0	50	10,1	50	8,1	50	6,0
5	40	11,3	40	9,4	40	7,0	40	5,4
6	40	11,2	50	9,3	50	6,9	40	5,3
7	50	11,2	50	9,3	50	6,9	50	5,3

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-3 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,70 mm, flow -  
rate :20 m/jam, dan kekeruhan influen: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$   
pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	51	26,5	51	25,0	51	22,5	51	20,0
2	51	20,5	51	19,0	50	15,2	50	14,8
3	50	16,0	50	14,4	50	12,6	50	11,2
4	48	13,2	48	11,9	50	9,7	48	9,0
5	50	12,6	50	11,0	50	8,0	50	7,4
6	50	12,5	40	10,8	40	7,9	50	7,2
7	50	12,5	50	10,8	50	7,9	50	7,2

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-4 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,70 mm, flow - rate :25 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	51	27,1	50	26,0	51	24,4	50	22,1
2	51	21,0	51	19,5	51	15,1	51	15,0
3	49	16,0	49	14,2	49	12,2	49	12,6
4	49	14,4	50	12,0	50	10,7	50	9,2
5	50	13,5	50	11,0	50	8,4	50	8,0
6	50	13,2	50	10,7	50	8,2	49	7,8
7	49	13,2	49	10,7	50	8,2	49	7,0

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-5 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,70 mm, flow - rate :30 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	51	28,0	51	27,5	51	26,0	51	24,0
2	51	21,4	51	20,0	50	19,0	50	16,5
3	50	17,1	50	16,5	50	14,4	50	12,2
4	48	15,0	48	13,6	50	11,1	48	9,7
5	50	14,2	50	11,3	50	9,0	50	8,5
6	50	14,0	49	11,0	49	8,9	50	8,4
7	50	14,0	50	11,0	50	8,9	50	8,4

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-6 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,70 mm, flow - rate :15 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	25	12,3	26	11,2	25	9,0	26	7,9
2	26	9,1	26	9,7	25	7,2	26	5,3
3	25	7,6	25	7,4	25	5,8	25	4,1
4	25	6,4	25	6,1	25	4,9	25	3,4
5	24	5,9	24	5,1	24	3,5	24	3,1
6	23	5,8	25	5,0	23	3,4	23	3,0
7	25	5,8	25	5,0	24	3,4	25	3,0

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-7 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,70 mm, flow - rate :20 m/jam, dan kekeruhan influen: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	25	13,7	25	12,3	27	10,6	25	8,9
2	24	10,6	25	9,7	26	7,7	25	6,2
3	25	8,0	25	7,3	25	6,3	25	5,8
4	25	7,2	25	6,3	26	5,5	25	4,6
5	26	6,6	26	5,8	25	4,0	26	3,8
6	23	6,5	24	5,5	24	3,9	25	3,6
7	23	6,5	23	5,5	23	3,9	23	3,6

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-8 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,70 mm, flow - rate :25 m/jam, dan kekeruhan influen: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	25	14,2	26	13,8	25	11,0	25	6,4
2	26	11,6	26	10,8	25	8,7	25	5,7
3	25	9,4	26	8,4	25	6,8	25	6,3
4	24	8,1	24	6,9	24	5,6	24	4,6
5	26	7,0	24	6,0	25	4,4	26	4,0
6	25	6,8	25	5,9	25	4,4	25	4,0
7	25	6,8	25	5,9	25	4,4	24	4,0

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-9 : Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,70 mm, flow - rate :30 m/jam, dan kekeruhan influen: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	26	15,7	26	14,7	26	12,2	26	10,1
2	26	12,8	25	11,3	26	9,9	25	8,6
3	25	10,7	25	8,9	25	8,2	25	6,8
4	25	8,8	24	7,3	25	6,8	24	5,6
5	26	7,4	26	6,7	26	5,0	24	4,7
6	23	7,3	23	6,4	23	4,9	23	4,5
7	25	7,3	25	6,5	24	4,9	23	4,5

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-10: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,92 mm, flow - rate :15 m/jam, dan kekeruhan influen: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	51	26,1	50	24,6	50	22,0	50	20,1
2	50	19,9	49	16,4	49	15,1	50	13,9
3	48	14,1	48	13,2	48	11,6	48	10,1
4	51	13,5	51	12,1	50	9,2	51	9,7
5	49	12,7	49	10,5	49	8,7	49	8,4
6	50	12,6	50	10,4	50	8,6	50	8,2
7	50	12,6	50	10,4	50	8,6	50	8,2

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-11: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,92 mm, flow - rate :20 m/jam, dan kekeruhan influen: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	50	27,9	51	25,1	50	23,9	50	21,7
2	50	24,4	50	19,4	50	16,5	50	14,7
3	51	15,2	51	14,5	50	12,8	51	11,2
4	50	14,2	50	12,4	49	10,9	51	10,4
5	49	13,4	49	11,1	49	9,1	50	9,0
6	50	13,2	50	11,0	50	9,0	50	8,8
7	50	13,2	49	11,0	50	9,0	49	8,8

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-12: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,92 mm, flow - rate :25 m/jam, dan kekeruhan influen: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	50	28,9	50	26,5	51	24,0	50	22,9
2	50	21,0	50	19,5	51	17,1	49	15,1
3	49	17,1	50	15,7	49	13,6	49	12,6
4	50	15,0	50	13,6	50	11,4	50	11,2
5	50	14,5	51	12,3	50	10,0	50	10,0
6	50	14,4	50	12,2	50	9,9	50	9,7
7	49	14,4	49	12,2	49	9,9	49	9,7

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-13: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,92 mm, flow - rate :30 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	50	30,1	51	28,6	50	26,5	51	24,1
2	49	22,5	50	21,4	50	19,1	50	17,9
3	51	17,0	51	16,4	49	14,4	49	12,0
4	50	16,0	50	14,2	50	12,3	50	11,6
5	50	15,5	50	13,5	50	11,0	50	10,5
6	49	15,4	49	13,3	49	10,8	49	10,4
7	50	15,4	50	13,3	50	10,8	50	10,4

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-14: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,92 mm, flow - rate :15 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	25	14,7	25	12,8	26	11,8	26	8,9
2	24	11,5	25	10,4	26	8,7	25	6,4
3	25	9,1	25	8,1	25	6,5	25	5,1
4	25	7,2	25	6,8	25	5,2	24	4,6
5	26	6,4	24	5,1	24	4,4	26	4,1
6	23	6,3	23	5,0	23	4,2	23	4,0
7	23	6,3	23	5,0	23	4,2	23	4,0

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-15: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,92 mm, flow - rate :20 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	26	15,9	26	13,7	26	12,6	26	10,2
2	25	11,3	26	10,2	26	9,1	25	7,5
3	25	9,2	25	8,4	25	7,6	24	6,1
4	24	8,1	25	7,2	25	6,8	24	5,0
5	26	7,3	26	6,8	26	5,2	25	4,8
6	24	7,2	24	6,8	24	5,2	24	4,7
7	25	7,2	25	6,8	24	5,2	25	4,7

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-15: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,92 mm, flow - rate :25 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l S10<sup>2</sup> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu operasi jam	Tebal media			Tebal media			Tebal media		
	45 cm	54 cm	63 cm	72 cm	45 cm	54 cm	63 cm	72 cm	45 cm
1	25	10,1	24	14,9	26	13,4	25	13,4	11,3
2	24	11,0	24	12,3	25	10,2	25	9,6	8,1
3	26	9,6	26	10,2	24	7,6	26	7,6	6,8
4	25	8,2	25	8,4	25	7,5	25	6,3	5,6
5	25	7,9	25	7,1	25	7,5	25	5,7	5,4
6	25	7,8	25	7,1	25	7,1	25	5,7	5,4
7	25	7,8	25	7,1	25	7,1	25	5,7	5,4

Tabel L-17: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :0,92 mm, flow - rate :30 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l S10<sup>2</sup> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu operasi jam	Tebal media			Tebal media			Tebal media		
	45 cm	54 cm	63 cm	72 cm	45 cm	54 cm	63 cm	72 cm	45 cm
1	25	17,4	26	15,9	25	11,3	25	14,6	11,9
2	25	12,2	25	11,3	25	10,1	26	10,1	8,6
3	24	10,1	25	8,9	25	8,1	24	8,1	7,2
4	25	9,7	25	8,0	25	7,5	25	7,5	6,1
5	26	8,7	26	7,5	24	6,2	26	6,2	5,8
6	25	8,4	25	7,6	24	6,2	25	6,2	5,8
7	25	8,4	25	7,6	25	6,2	24	6,2	5,8

Tabel L-18: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,10 mm, flow - rate :15 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l S10<sup>2</sup> pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu operasi jam	Tebal media			Tebal media			Tebal media		
	45 cm	54 cm	63 cm	72 cm	45 cm	54 cm	63 cm	72 cm	45 cm
1	50	28,5	50	26,5	51	24,0	51	24,0	22,5
2	48	22,5	50	19,4	50	18,5	51	18,5	16,2
3	48	18,5	48	15,4	48	14,6	48	14,6	11,3
4	49	14,2	49	12,0	49	10,1	49	10,1	9,6
5	50	13,6	50	11,3	50	9,2	50	9,2	8,8
6	50	13,5	50	11,2	50	9,1	50	9,1	8,7
7	50	13,5	50	11,2	50	9,1	50	9,1	8,7

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l S10<sup>2</sup>



Tabel L-19: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,10 mm, flow - rate :20 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	50	29,0	51	27,1	50	25,4	51	29,6
2	50	22,0	50	20,0	50	18,2	51	16,5
3	49	18,1	50	15,0	50	14,5	49	12,6
4	51	16,5	51	13,2	51	11,6	50	11,4
5	51	15,0	51	12,7	51	10,3	51	10,9
6	49	14,9	49	12,6	49	10,4	49	10,1
7	50	14,9	50	12,6	50	10,4	50	10,1

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-20: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,10 mm, flow - rate :25 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	51	31,0	51	29,5	51	27,4	50	25,1
2	51	24,1	50	22,1	50	20,1	50	18,0
3	50	20,0	50	18,0	50	15,0	50	14,2
4	49	18,4	49	15,9	49	13,4	49	12,6
5	49	16,1	49	14,0	50	11,4	50	11,0
6	50	16,0	50	13,8	50	11,2	50	10,8
7	48	16,0	48	13,8	50	11,2	49	10,8

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-21: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,10 mm, flow - rate :30 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	51	32,5	50	30,0	51	28,5	50	26,0
2	50	25,6	50	23,0	51	21,0	51	19,6
3	51	20,1	51	18,1	50	16,6	51	14,3
4	50	18,4	50	15,6	50	13,1	50	13,1
5	50	17,0	49	14,1	49	12,0	49	12,0
6	50	16,9	50	14,0	50	11,8	50	11,6
7	49	16,9	49	14,0	49	11,8	50	11,6

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-22: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,10 mm, flow - rate :15 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	27	17,8	27	14,5	27	12,6	27	9,4
2	26	13,2	25	11,0	26	9,9	25	7,5
3	28	11,4	24	9,2	25	7,6	29	6,2
4	29	9,6	29	8,0	24	6,9	29	5,6
5	25	8,3	25	6,9	25	5,3	25	5,0
6	25	8,2	24	6,6	25	5,0	24	4,8
7	24	8,2	25	6,6	24	5,0	24	4,8

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-23: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,10 mm, flow - rate :20 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	26	18,5	26	15,1	26	13,2	26	10,6
2	26	16,6	25	11,5	25	10,4	26	8,5
3	24	13,4	24	10,9	25	7,2	25	6,7
4	24	11,1	24	9,7	24	6,8	24	6,3
5	25	10,0	25	9,0	25	5,9	25	5,3
6	25	9,9	25	7,7	24	5,5	25	5,3
7	24	9,9	25	7,7	24	5,5	24	5,3

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-24: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,10 mm, flow - rate :25 m/jam, dan kekeruhan influent: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	25	19,2	26	15,6	25	14,6	26	11,8
2	25	14,1	25	12,2	26	10,1	25	8,5
3	26	12,3	26	11,0	26	8,2	26	7,2
4	25	11,6	25	10,2	25	7,1	24	6,3
5	25	10,4	24	8,5	25	6,2	25	5,9
6	24	10,4	24	8,2	24	6,1	24	5,8
7	25	10,4	25	8,2	25	6,1	25	5,9

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-25: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,10 mm, flow - rate :30 m/jam. dan kekeruhan influent: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	26	21,0	25	17,1	26	14,1	25	12,5
2	24	14,5	24	12,6	25	10,8	25	9,1
3	25	12,1	25	11,5	25	8,7	25	7,6
4	25	11,0	25	9,9	25	7,2	26	6,6
5	26	11,0	26	8,6	26	6,6	26	6,4
6	29	11,0	24	8,5	29	6,5	29	6,4
7	29	11,0	29	8,5	29	6,5	29	6,4

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-26: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,35 mm, flow - rate :15 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	51	30,0	49	26,1	51	26,5	50	24,0
2	51	29,5	49	21,4	50	19,1	50	17,6
3	51	19,1	50	16,0	50	14,6	50	13,5
4	50	17,4	50	14,6	49	12,1	50	12,0
5	50	16,1	50	13,7	50	11,2	50	11,0
6	48	16,0	48	13,6	48	11,0	49	10,8
7	50	16,0	50	13,6	50	11,0	50	10,8

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-27: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,35 mm, flow - rate :20 m/jam, dan kekeruhan influent: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 m	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	50	32,5	50	30,0	51	28,1	51	26,0
2	50	25,0	50	23,9	51	21,4	50	19,1
3	49	22,0	48	19,0	49	16,5	49	15,5
4	50	20,1	50	16,4	50	14,6	49	13,5
5	50	18,0	51	14,6	49	12,2	50	12,0
6	50	17,6	50	14,5	50	12,1	50	12,0
7	50	17,6	50	14,5	50	12,1	50	12,0

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-28: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,35 mm, flow - rate :25 m/jam, dan kekeruhan influen: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	50	34,0	51	32,1	49	30,6	51	28,0
2	48	27,5	48	25,9	49	23,1	51	21,6
3	50	22,0	49	20,1	50	19,0	50	17,5
4	49	19,5	49	17,2	49	16,4	49	15,1
5	50	18,6	50	15,9	50	14,1	50	13,8
6	50	18,5	50	15,6	51	14,0	50	13,6
7	50	18,5	50	15,6	50	14,0	50	13,6

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-29: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,35 mm, flow - rate :30 m/jam, dan kekeruhan influen: 50 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	51	35,5	50	33,6	51	30,0	51	28,0
2	51	28,0	50	26,0	51	23,0	50	21,6
3	50	24,6	49	21,0	50	19,1	49	18,9
4	50	20,1	49	18,1	50	16,0	50	16,0
5	49	19,5	50	16,5	49	15,7	50	15,5
6	49	19,4	50	16,4	50	15,6	50	15,4
7	50	19,4	50	16,4	50	15,6	50	15,4

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-30: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,35 mm, flow - rate :20 m/jam, dan kekeruhan influen: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	26	19,0	25	18,5	26	17,3	25	12,2
2	26	15,7	26	13,9	26	12,8	25	10,2
3	24	12,8	26	12,2	25	9,9	25	8,1
4	25	10,4	26	10,4	26	8,7	26	7,5
5	25	9,6	23	9,0	25	7,5	25	6,9
6	25	9,2	25	8,8	25	7,2	25	6,8
7	25	9,2	24	8,8	25	7,2	25	6,8

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-31: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,35 mm, flow - rate :20 m/jam, dan kekeruhan influen: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	26	19,9	25	18,0	26	16,8	25	19,7
2	25	16,2	25	14,1	25	19,3	25	11,7
3	24	15,6	24	12,7	26	11,5	25	9,2
4	25	12,7	25	10,0	25	9,3	25	8,6
5	25	10,6	25	9,7	25	8,0	26	8,0
6	24	10,5	26	9,5	24	7,9	24	7,0
7	25	10,5	25	9,5	25	7,9	25	7,8

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-32: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,35 mm, flow - rate :25 m/jam, dan kekeruhan influen: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	25	21,0	26	20,0	25	18,9	26	14,9
2	25	16,7	25	15,6	25	19,8	25	11,2
3	26	13,1	26	13,2	25	11,1	25	10,4
4	25	12,6	25	11,4	25	10,5	25	9,2
5	24	11,0	24	10,0	24	9,0	24	8,9
6	25	10,9	24	9,8	25	8,7	25	8,5
7	26	10,9	25	9,8	26	8,7	26	8,5

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

Tabel L-33: Data konsentrasi kekeruhan untuk ES :1,35 mm, flow - rate :30 m/jam, dan kekeruhan influen: 25 mg/l  $\text{SiO}_2$  pada berbagai tebal media dan waktu operasi.

Waktu jam	Tebal media							
	45 cm		54 cm		63 cm		72 cm	
	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen	influen	effluen
1	25	22,0	25	21,1	26	19,2	26	16,0
2	25	16,6	24	15,1	24	14,3	26	14,7
3	25	14,7	25	12,7	25	11,1	25	11,0
4	24	13,5	25	11,9	25	10,4	25	10,2
5	26	12,0	26	10,5	26	10,0	26	9,4
6	25	11,1	25	10,2	25	9,7	25	9,3
7	25	11,1	25	10,3	25	9,7	25	9,3

Semua harga kekeruhan dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$

TABEL L-34 : DATA HEAD DARI PEMBACAAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 0,70 MM, KECEPATAN FILTRASI: 15 M/JAM DAN KONSENTRASI INFLU-  
ENT: 25 MG/L SiO<sub>2</sub> PADA 4 VARIASI TEBAL MEDIA DAN BERAGAI WAKTU OPERASI FILTER.

Tebal media peng- : :ukur- : :head : : (cm) :		Waktu Operasi (jam)															
		0		1		2		3		4		5		6		7	
		Kg/cm <sup>2</sup> : MKA		Kg/cm <sup>2</sup> : MKA		Kg/cm <sup>2</sup> : MKA		Kg/cm <sup>2</sup> : MKA		Kg/cm <sup>2</sup> : MKA		Kg/cm <sup>2</sup> : MKA		Kg/cm <sup>2</sup> : MKA		Kg/cm <sup>2</sup> : MKA	
45	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.32	13.29	1.31	13.19
	h6	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.31	13.19	1.30	13.09
	h7	1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.30	13.09	1.29	12.99
	h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.29	12.99
	h9	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.29	12.99	1.28	12.89
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 70,5 cm.																	
54	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h4	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
	h5	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
	h6	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
	h7	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89
	h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.30	13.09	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89
	h9	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 80,5 cm.																	
63	h2	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h3	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
	h4	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
	h5	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89
	h6	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89
	h7	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79
	h8	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79
	h9	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.68
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 90,5 cm.																	
72	h1	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h2	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
	h3	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
	h4	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89
	h5	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79
	h6	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79
	h7	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.68
	h8	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.68
	h9	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.68	1.25	12.58
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 100,7 cm.																	

Keterangan : 1 kg/cm<sup>2</sup> = 10,067109 m kolom air

TABEL L-35 : DATA HEAD DARI PEMBACAAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 0,70 MM, KECEPATAN FILTRASI: 20 M/JAM DAN KONSENTRASI INFLU-  
ENT: 25 MG/L SiO2 PADA 4 VARIASI TEBAL MEDIA DAN BERBAGAI WAKTU OPERASI FILTER.

Tebal media peng- sukur- head :		Waktu Operasi (jam)															
		0		1		2		3		4		5		6		7	
(cm)		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA	
45	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
	h6	1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89
	h7	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.28	12.89	1.27	12.79
	h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79
	h9	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.69
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 90,6 cm.																	
54	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h4	1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.27	12.79
	h5	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.28	12.89	1.28	12.89	1.26	12.69
	h6	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.30	13.09	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.69
	h7	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.27	12.79	1.27	12.79	1.25	12.59
	h8	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.27	12.79	1.27	12.79	1.25	12.59
	h9	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.29	12.99	1.27	12.79	1.26	12.69	1.24	12.49
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 110,7 cm.																	
63	h2	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h3	1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.27	12.79
	h4	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.26	12.69
	h5	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79	1.25	12.59
	h6	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79	1.25	12.59
	h7	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.69	1.24	12.49
	h8	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.69	1.24	12.49
	h9	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.27	12.79	1.26	12.69	1.25	12.59	1.23	12.39
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 120,8 cm.																	
72	h1	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h2	1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.27	12.79
	h3	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.30	13.09	1.29	12.99	1.28	12.89	1.26	12.69
	h4	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.29	12.99	1.28	12.89	1.27	12.79	1.25	12.59
	h5	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.69	1.24	12.49
	h6	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.28	12.89	1.27	12.79	1.26	12.69	1.23	12.39
	h7	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.27	12.79	1.26	12.69	1.25	12.59	1.22	12.29
	h8	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.27	12.79	1.26	12.69	1.25	12.59	1.22	12.29
	h9	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99	1.26	12.69	1.25	12.59	1.24	12.49	1.21	12.19
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 140,9 cm.																	

Keberangan : 1 kg/cm2 = 20,067169 m kolom air

TABEL L-36 : DATA HEAD DARI PEMBACAAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 0.70 MM, KECEPATAN FILTRASI: 25 M/JAM DAN KONSENTRASI INFLU-  
ENT: 25 MG/L SiO2 PADA 4 VARIASI TEBAL MEDIA DAN BERBAGAI WAKTU OPERASI FILTER.

Waktu Operasi (jam)										
Tabel no. :	0	1	2	3	4	5	6	7		
Media pengukur :										
Head :										
(cm) :	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR
45	h4	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59
	h5	1.35 : 13.59	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.26 : 12.69
	h6	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.25 : 12.59
	h7	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.26 : 12.69	1.24 : 12.49
	h8	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.26 : 12.69	1.24 : 12.49
54	h4	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59
	h5	1.34 : 13.49	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.26 : 12.69
	h6	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.25 : 12.59
	h7	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.25 : 12.59
	h8	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.25 : 12.59
63	h4	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59
	h5	1.34 : 13.49	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.26 : 12.69
	h6	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.25 : 12.59
	h7	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.26 : 12.69	1.24 : 12.49
	h8	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.26 : 12.69	1.24 : 12.49
70	h4	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59	1.35 : 13.59
	h5	1.34 : 13.49	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.26 : 12.69
	h6	1.34 : 13.49	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.25 : 12.59
	h7	1.33 : 13.39	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.26 : 12.69	1.24 : 12.49
	h8	1.32 : 13.29	1.31 : 13.19	1.30 : 13.09	1.29 : 12.99	1.28 : 12.89	1.27 : 12.79	1.26 : 12.69	1.25 : 12.59	1.23 : 12.39
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 110,7 cm.										
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 130,9 cm.										
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 151,0 cm.										
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 161,2 cm.										
Keterangan : 1 Kg/cm2 = 10,067150 M kolom air										







TABEL L-39 : DATA HEAD DARI PENCACAHAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 0.92 mm, KECEPATAN FILTRASI: 20 M/JAM DAN KONSENTRASI INFLU-  
ENT: 25 MG/L SiO2 PADA 1 VARIANSI TEBAL MEDIA DAN BERAGAI WAKTU OPERASI FILTER.

Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										
Maknu Operasi (jam)										

TABLE 1-40 : DATA PENGACARAAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 0,92 MM, KETUPATAN FILTRASI: 25 M/JAN DARI KONSENTRASI INFILTRASI: 26 MS/L SAMA A VARIASI JENJAL MEDIA BERGASAL WAKTU OPERASI FILTER.

ENT: 25 MS/L SiO<sub>2</sub> SWGN 4 VARIASI REJIL MEDIA BERBAGAI WAKTU OPERASI FILTER.

[illegible]

$\frac{1}{2} \log_{10} \frac{1}{1 - 10^{-0.000169}} = 10^{-0.000169} = 10^{-16.9}$

TABEL L-41 : DATA HEAD DARI PEMBACAAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 0,92 MM, KECEPATAN FILTRASI: 30 M/JAM DAN KONSENTRASI INFLUENT: 25 MG/L SiO<sub>2</sub> PADA 4 VARIASI TEBAL MEDIA DAN BERBAGAI WAKTU OPERASI FILTER.

Tabel no. :		Waktu Operasi (jam)									
Media peng- ukuran :		0	1	2	3	4	5	6	7		
Head :											
: Kg/cm2: MKA :		1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
H4 :		1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.31	13.19
H5 :		1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29
H6 :		1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19
H7 :		1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19
H8 :		1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.30	13.09
H9 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
		Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 60,4 cm.									
H3 :		1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
H4 :		1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19
H5 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H6 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H7 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H8 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H9 :		1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
		Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 70,5 cm.									
H2 :		1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
H3 :		1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19
H4 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H5 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H6 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H7 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H8 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H9 :		1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
		Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 80,5 cm.									
H1 :		1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
H2 :		1.35	13.59	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19
H3 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H4 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H5 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H6 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H7 :		1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09
H8 :		1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
H9 :		1.33	13.39	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
		Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 90,6 cm.									
Catatan :		1 kg/cm2 = 10,067169 m kolom air									









1:30

Keterangan :  $1 \text{ kg/cm}^2 = 10,067169 \text{ m kolom air}$

TABEL L-46 : DATA HEAD DARI PEMBACAAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 1,35 MM, KECEPATAN FILTRASI: 15 M/JAM DAN KONSENTRASI INFLU-  
ENT: 25 MG/L SiO2 PADA 4 VARIASI TEBAL MEDIA DAN BERBAGAI WAKTU OPERASI FILTER.

Tebal: no. :		Waktu Operasi (jam)													
Media: peng- :															
Ukur- :															
Head :															
(cm) :															
		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA		Kg/cm2: MKA	
45	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49
	h6	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49
	h7	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h8	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h9	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
		Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 10,1 cm.													
54	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h6	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h7	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h9	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49
		Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 10,1 cm.													
63	h2	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49
	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h6	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h7	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49
	h9	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49
		Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 10,1 cm.													
72	h1	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h2	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49
	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h5	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h6	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h7	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49
	h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.33	13.39
	h9	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.33	13.39
		Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 20,2 cm.													

Keterangan : 1 kg/cm2 = 10,067169 m kolom air

TABEL L-46 : DATA HEAD DARI PEMBACAAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 1,35 MM, KECEPATAN FILTRASI: 20 M/JAM DAN KONSENTRASI INFLU-  
ENT: 25 MG/L SiO2 PADA 4 VARIASI TEBAL MEDIA DAN BERAGAL WAKTU OPERASI FILTER.

Waktu Operasi (jam)													
-----													
Tebal: no. :	0	1	2	3	4	5	6	7					
Media: peng-													
ukuran:													
Head :													
(cm) :	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR	Kg/cm2: MKR					
-----													
45	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h6	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h7	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h8	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
h9	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	
-----													
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 20,2 cm.													
-----													
54	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	h6	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	h7	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	
h9	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	
-----													
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 20,2 cm.													
-----													
63	h2	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h5	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	h6	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
h7	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	
h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	
h9	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	
-----													
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 20,2 cm.													
-----													
72	h1	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h2	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h4	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	h5	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
h6	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	
h7	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	
h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	
h9	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	1.33	13.39	
-----													
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 20,2 cm.													
-----													
Head loss total setelah waktu operasi filter 7 jam : 20,2 cm.													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													
-----													

Keterangan : 1 kg/cm2 = 10,067169 m kolom air

TABEL L-47 : DATA HEAD DARI PEMBACAAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 1,35 MM, KECEPATAN FILTRASI: 25 M/JAM DAN KONSENTRASI INFILU-  
ENT: 25 MG/L SiO2 PADA 4 VARIASI TEBAL MEDIA DAN BERBAGAI WAKTU OPERASI FILTER.

:Tebal: no. :		Waktu Operasi (jam)													
:media: peng- :															
: tukur- :		0	1	2	3	4	5	6	7						
: head :															
:(cm) :		Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	Kg/cm2: MKA	
=====															
45	: h4 :	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	: h5 :	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	: h6 :	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	: h7 :	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	: h8 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	: h9 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
=====															
Head loss total setelah waktu operasi filter : 20,1 cm.															
=====															
54	: h3 :	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	: h4 :	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.30	13.09	1.32	13.29	1.30	13.09	1.29	12.99
	: h5 :	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
	: h6 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	: h7 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	: h8 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	: h9 :	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
=====															
Head loss total setelah waktu operasi filter : 20,1 cm.															
=====															
63	: h2 :	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	: h3 :	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.30	13.09	1.32	13.29	1.30	13.09	1.29	12.99
	: h4 :	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
	: h5 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	: h6 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	: h7 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	: h8 :	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	: h9 :	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
=====															
Head loss total setelah waktu operasi Filter : 20,1 cm.															
=====															
72	: h1 :	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	: h2 :	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.30	13.09	1.32	13.29	1.30	13.09	1.29	12.99
	: h3 :	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.32	13.29	1.31	13.19	1.30	13.09	1.29	12.99
	: h4 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	: h5 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	: h6 :	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	: h7 :	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	: h8 :	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	: h9 :	1.34	13.49	1.33	13.39	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.32	13.29
=====															
Head loss total setelah waktu operasi filter : 30,2 cm.															

Keterangan : 1 kg/cm2 = 10,067169 m kolom air

TABEL L-48 : DATA HEAD DARI PEMBACAAN PRESSURE GAUGE UNTUK ES: 1,35 MM, KECEPATAN FILTRASI: 30 M/JAM DAN KONSENTRASI INFLUENT: 25 MG/L SiO<sub>2</sub> PADA 4 VARIASI TEBAL MEDIA DAN BERBAGAI WAKTU OPERASI FILTER.

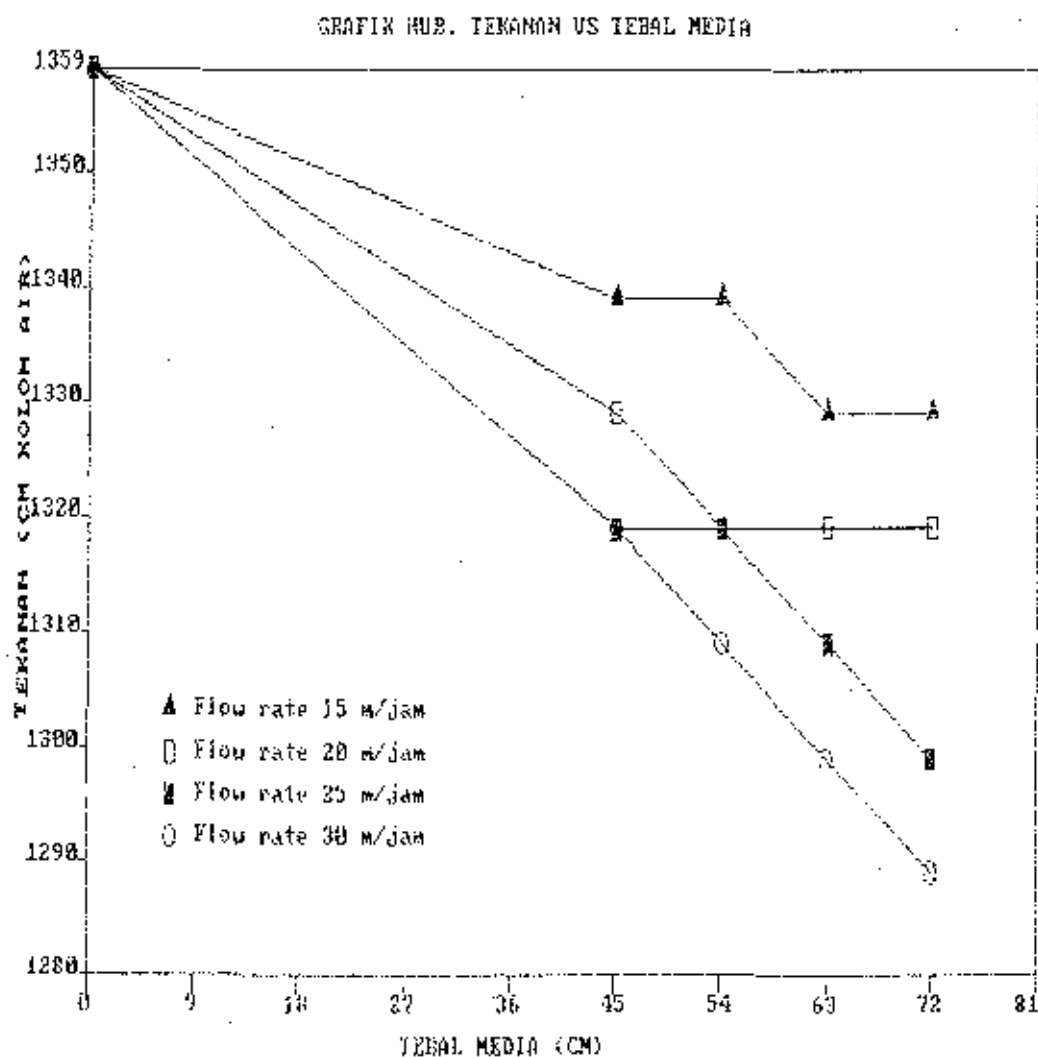
Tebal media (cm) :		Waktu Operasi (jam)															
Media pengalir :		0		1		2		3		4		5		6		7	
Head :		Kg/cm <sup>2</sup> MKR		Kg/cm <sup>2</sup> MKR		Kg/cm <sup>2</sup> MKR		Kg/cm <sup>2</sup> MKR		Kg/cm <sup>2</sup> MKR		Kg/cm <sup>2</sup> MKR		Kg/cm <sup>2</sup> MKR		Kg/cm <sup>2</sup> MKR	
45	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h6	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h7	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	h8	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
		Head loss total setelah waktu operasi Filter : 20,1 cm.															
54	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h6	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	h7	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
		Head loss total setelah waktu operasi filter : 20,1 cm.															
63	h2	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h5	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	h6	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
		Head loss total setelah waktu operasi filter : 30,2 cm.															
72	h1	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59
	h2	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h3	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39
	h4	1.35	13.59	1.35	13.59	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
	h5	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.34	13.49	1.33	13.39	1.33	13.39
		Head loss total setelah waktu operasi filter : 30,2 cm.															

Keterangan : 1 kg/cm<sup>2</sup> = 10,067169 m kolom air

Lampiran 5 : Hubungan Tekanan dengan Tebal media untuk Efektif Size yang terbaik (Optimum) 1,10 mm pada 4 variasi perubahan kecepatan filtrasi (flow rate).

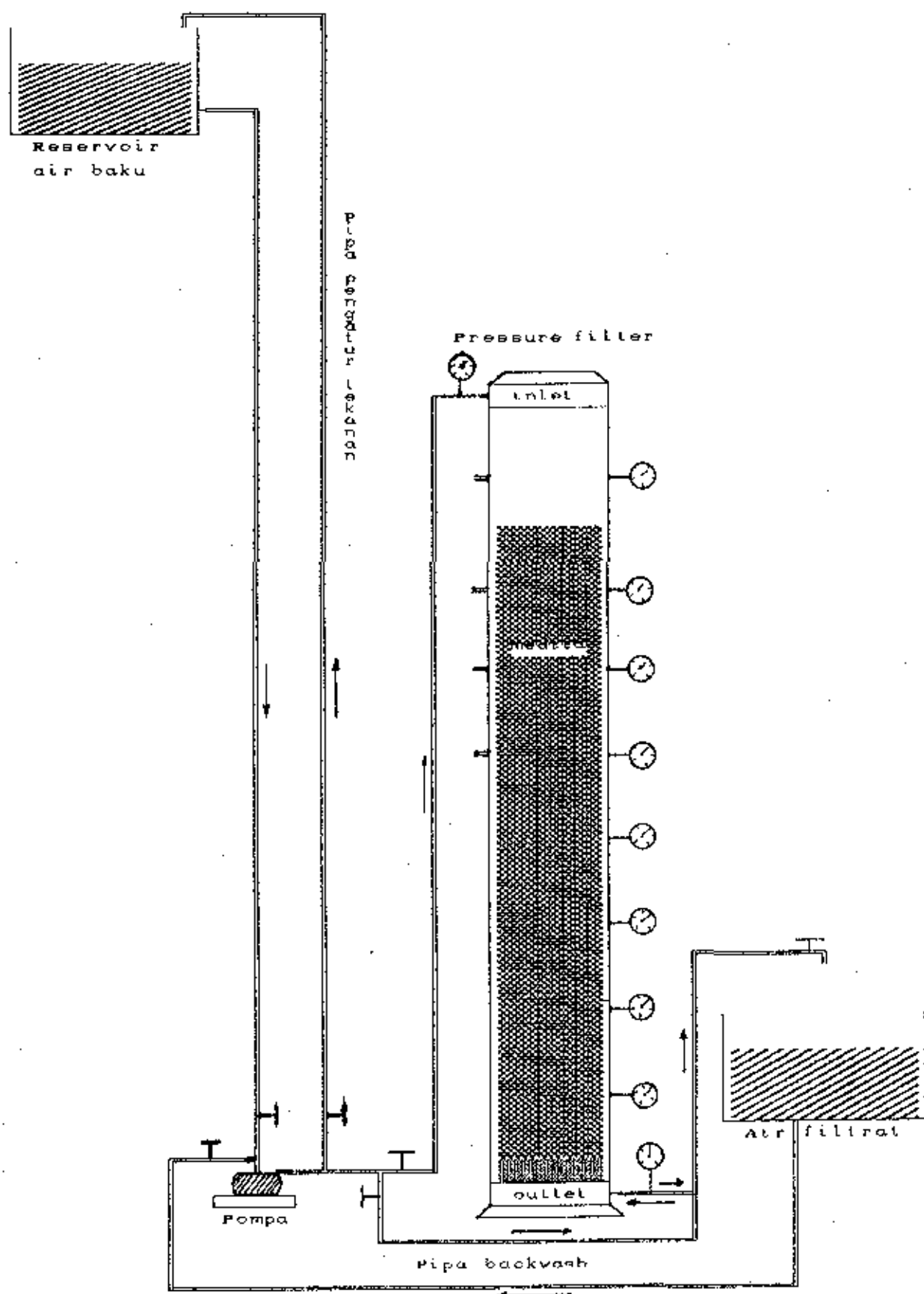
Untuk mengetahui apakah dengan adanya perubahan flow rate akan berpengaruh terhadap tekanan pada pressure filter single media selama air melalui ketebalan media. Dari grafik L-2 dapat diuraikan beberapa analisa sebagai berikut :

- Pressure filter single media dengan tekanan awal (pada outlet) sebesar 13,59 m kolom air untuk ke 4 perubahan flow rate akan mengalami penurunan selama air melewati media. Hal ini disebabkan selama air melewati media akan terjadi gesekan antara air dengan media, sehingga tekanan berkurang.
- Semakin besar flow rate, sisa tekanan untuk ketebalan media yang sama selama operasi filter 7 jam semakin kecil. Ini menunjukkan bahwa dengan flow rate yang besar kehilangan tekanan yang terjadi semakin besar.
- Semakin kecil flow rate, sisa tekanan untuk ketebalan media yang sama selama operasi filter 7 jam semakin besar. Ini menunjukkan bahwa dengan flow rate yang kecil kehilangan tekanan yang terjadi semakin kecil.
- Dari sini diketahui bahwa dengan bertambahnya flow rate kehilangan tekanan yang terjadi pada media akan bertambah, sehingga tekanan yang tersedia setelah air melewati media (tekanan pada outlet) semakin berkurang.



Grafik L-2 : Hubungan tekanan dengan tebal media untuk ukuran media (efektif size) 1,10 mm pada 4 variasi perubahan flow rate, diukur setelah waktu operasi filter 7 jam.

Gambar 1-2 : Setting Percobaan Model Pressure Filter





Lampiran 7 : Perbedaan antara Pressure Filter dengan Open Filter type Gravity.

Untuk lebih memperjelas perbedaan pressure filter dengan open filter type gravity dapat dilihat pada tabel L-35 berikut:

Tabel L-35 : Perbedaan pressure filter dengan open filter type gravity.

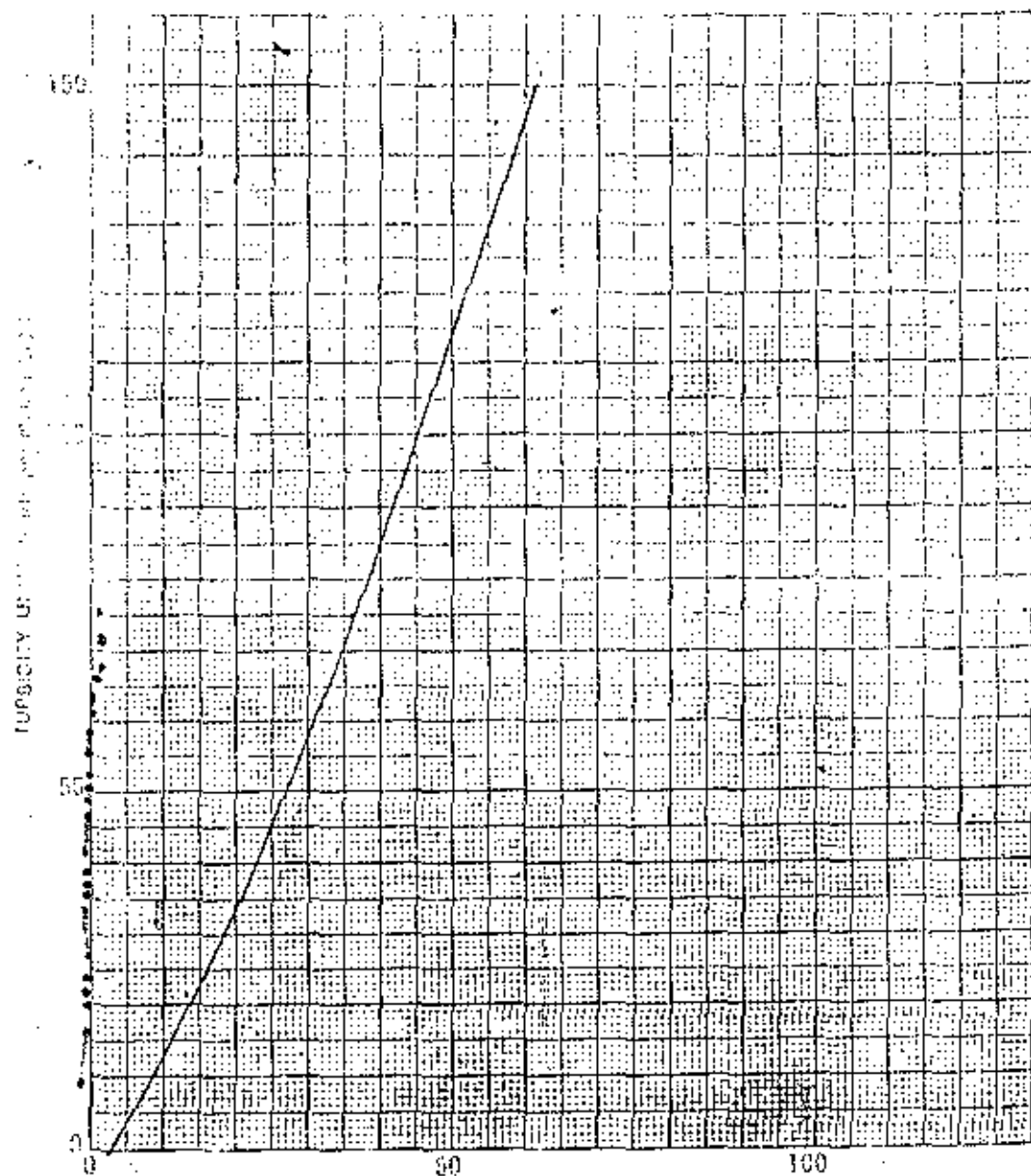
	Konstruksi	Tekanan	Flow rate	Media	Arah aliran	Pencucian	Kecepatan
Pressure filter	Tertutup	Cukup besar	cepat	single double mixed	vertikal horizontal	back wash	rendah
Open Filter type gravity	terbuka	kecil	Cepat/lambat	single double	upflow vertikal horizontal	surface wash & backwash	tinggi sedang rendah

Lampiran 8 : KURVA KALIBRASI KEKERUHAN UNTUK HELLIGE TURBIDITY

For Turbidity Measurements (CU) with No. 9010 20-Turbidimeter Tube of 20 mm. Viewing Depth

BULB *B-682* FILTER: NONE, RECTANGULAR DOOR MIRROR CLOSED

THIS CALIBRATION CURVE IS VALID FOR THE PERIOD OF 12 MONTHS FROM DATE OF CALIBRATION

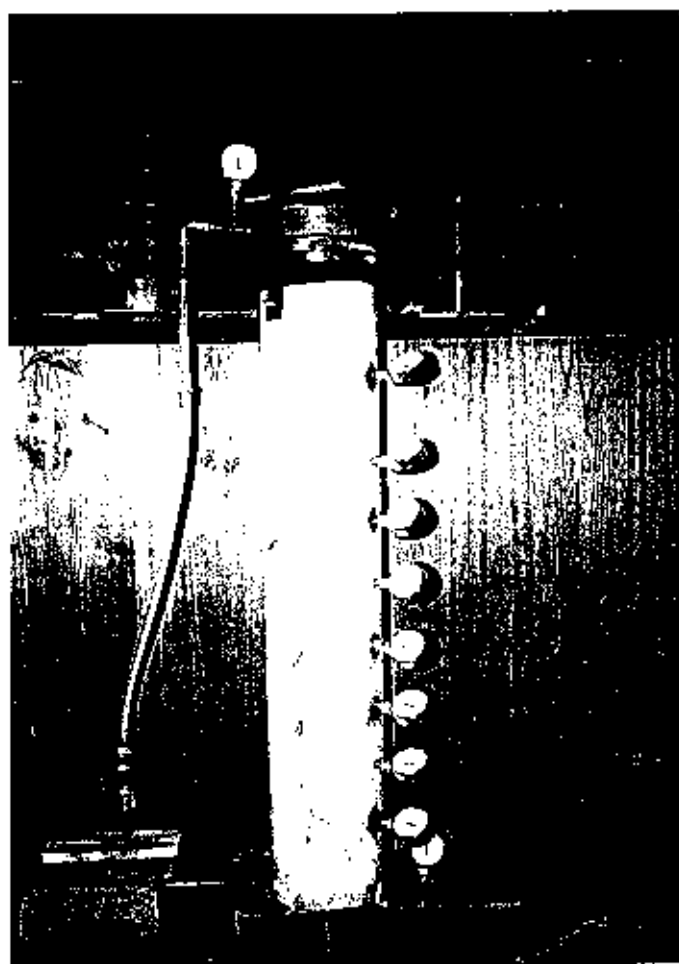


# LAMPIRAN 9 : STANDART KUALITAS AIR MINUM INDONESIA

Persyaratan kualitas air minum Indonesia menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI : 416/MENKES/IX/1990, tanggal 9 September 1990.

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
	<b>A. Fisika</b>			
1	Bau	-	-	tidak berbau
2	Jml. zat padat terlarut (TDS)	mg/l	1000	
3	Kekeruhan	NTU	5	
4	Rasa	-	-	tidak berasa
5	Suhu	°C	± 30	
6	Warna	TCU	15	
	<b>B. Kimia</b>			
	<b>a. Kimia Anorganik</b>			
1	Air raksa	mg/l	0,001	
2	Aluminium	mg/l	0,2	
3	Arsen	mg/l	0,05	
4	Barium	mg/l	1,0	
5	Besi	mg/l	0,3	
6	Fluorida	mg/l	1,5	
7	Kadmium	mg/l	0,005	
8	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500	
9	Klorida	mg/l	250	
10	Kromium <sup>+6</sup>	mg/l	0,05	
11	Mangan	mg/l	0,1	
12	Natrium	mg/l	200	
13	Nitrat (sbg. N)	mg/l	10	
14	Nitrit (sbg. N)	mg/l	1,0	
15	Perak	mg/l	0,05	
16	pH		6,5 - 8,5	batas min-mak
17	Selenium	mg/l	0,01	
18	Seng	mg/l	5,0	
19	Sianida	mg/l	0,1	
20	Sulfat	mg/l	400	
21	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,05	
22	Tembaga	mg/l	1,0	
23	Timbal	mg/l	0,05	

Lampiran 10 : FOTO MODEL PRESSURE FILTER DAN PERALATAN YANG  
DIPAKAI DALAM PENELITIAN



Gambar 1 : Model pressure filter



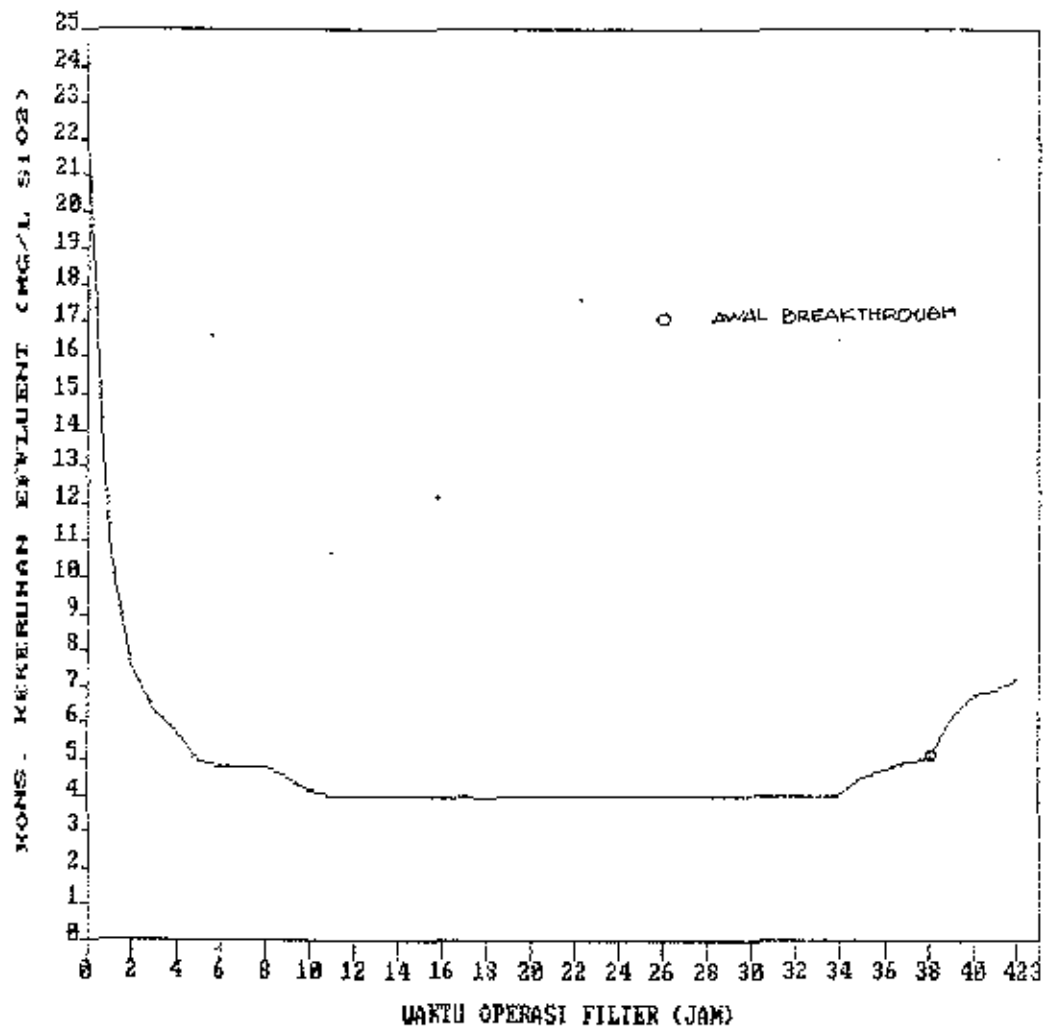
Gambar 2 : Oven alat untuk mengeringkan pasir

Lampiran 11 : Hubungan Waktu Operasi Filter dengan Konsentrasi Kekeruhan Effluent.

1. Data konsentrasi kekeruhan untuk efektif size: 1,10 mm, kecepatan filtrasi (flow rate): 15 m/jam dan tebal media 72 cm dengan kekeruhan influent: 25 mg/l SiO<sub>2</sub>.

	Run Time (jam)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
influent	25	26	24	25	25	26	24	25	25
effluent	21,4	10,6	7,6	6,3	5,7	4,9	4,8	4,8	4,8
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
influent	26	26	24	25	25	26	24	25	25
effluent	4,5	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	18	19	20	21	22	23	24	25	26
influent	24	25	24	24	25	25	26	25	26
effluent	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	27	28	29	30	31	32	33	34	35
influent	25	26	24	25	25	27	24	25	26
effluent	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5
	36	37	38	39	40	41	42		
influent	24	26	24	25	25	26	24		
effluent	4,7	4,9	5,0	6,1	6,8	6,9	7,2		

GRAFIK HUB. WAKTU OPERASI DENGAN KONS. EFFLUENT



GRAFIK L - 3 : Hubungan waktu operasi filter dengan konsentrasi kekeruhan effluent untuk efektif size : 1,10 mm, kecepatan filtrasi : 15 m/jam dan tebal media : 72 cm dengan konsentrasi kekeruhan influent 25 mg/l SiO<sub>2</sub>.

2. Dari grafik L-3 dapat dilakukan beberapa analisa sebagai berikut :

1. Dari grafik terlihat bahwa setelah dilakukan runfilter selama 42 jam, penurunan konsentrasi kekeruhan effluent besar sampai pada run time 5 jam. Setelah itu (5 jam) konsentrasi kekeruhan effluent turun sedikit demi sedikit sampai konstan pada run time 11 jam hingga run time 34 jam dan pada run time 35 jam konsentrasi kekeruhan effluent naik sampai pada run time 38 jam, tetapi konsentrasi kekeruhan masih memenuhi kadar maksimum kekeruhan yang diperbolehkan untuk standart kualitas air minum Indonesia (5 mg/l  $\text{SiO}_2$ ). Breakthrough terjadi pada run time 39 jam, dimana konsentrasi kekeruhan effluent mengalami kenaikan melebihi kadar kekeruhan yang diperbolehkan untuk standart kualitas air minum Indonesia.
2. Dari grafik terlihat kualitas effluent pada 4 jam pertama masih jelek (melebihi kadar maksimum kekeruhan yang diperbolehkan untuk standart kualitas air minum Indonesia). Untuk itu dalam penggunaannya pressure filter di lapangan yang pada umumnya langsung dikonsumsi dan menjaga agar kadar kekeruhan effluent tetap memenuhi kualitas air minum Indonesia, maka hasil filtrasi (effluent) pada 4 jam pertama dikembalikan ke air baku untuk di filtrasi kembali.